COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-QUINZIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1872.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1872

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUILLET 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie mathématique du mouvement d'une corde dont une des extrémités possède un mouvement périodique donné.* Mémoire de **M. J. Bourget.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, de Saint-Venant.)

« Le problème des cordes vibrantes se traite ordinairement en supposant les deux extrémités fixes. Ces conditions aux limites étant données, on arrive aux lois connues des divers sons qu'une corde peut rendre.

» Duhamel le premier a étudié le cas où l'une des extrémités serait animée d'un mouvement vibratoire déterminé, perpendiculaire à la direction de la corde au repos (1). Mais comme il n'avait pour but que l'explication de certains phénomènes observés par Savart, il a donné peu de développement à son analyse.

» Or, aujourd'hui, les expériences intéressantes de Melde (2) et les expériences plus récentes et plus complètes de M. Gripon, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, ont donné une importance nouvelle au problème

---

(1) *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, t. VIII; 1843.

(2) Tyndall, *Le Son*, p. 109. Gauthier-Villars; 1869.

abordé par Duhamel; nous avons donc repris et complété sa théorie. C'est ce travail que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» Quand on répète l'expérience de Melde, il semble, au premier abord, que la corde vibre *uniquement* à l'unisson du diapason. C'est une erreur que le calcul rectifie, et M. Gripon, dans les recherches nouvelles qu'il a faites sur mes indications, montre nettement que la corde possède en même temps les mouvements qu'elle aurait si ses extrémités étaient fixes, comme le veut la théorie.

» L'Analyse montre aussi, comme je l'ai fait remarquer le premier, que si le son du diapason est voisin de celui de la corde ou de l'un de ses harmoniques (quand on suppose ses extrémités fixes), l'amplitude du mouvement vibratoire prend des proportions très-grandes relativement à l'amplitude habituelle. Cette conséquence du calcul est pleinement confirmée par les expériences de Melde, qui sont devenues célèbres par la beauté exceptionnelle des fuseaux vibrants obtenus dans ces circonstances (voir Tyndall).

» Nous arrivons aussi à expliquer simplement toutes les circonstances singulières observées par MM. Cornu et Mercadier dans la transmission du mouvement vibratoire le long d'un fil métallique de plusieurs mètres de longueur. On sait que ces habiles expérimentateurs ont pu enregistrer les mélodies lentes d'un violon, en attachant l'une des extrémités du fil au chevalet de l'instrument, et l'autre extrémité en contact avec le cylindre enregistreur de Duhamel par une légère barbe de plume. Les tracés graphiques nombreux qu'ils ont recueillis pour l'étude de la gamme mélodique offrent une confirmation importante des lois précédentes indiquées par notre analyse.

» Nous devons signaler un fait analytique remarquable que présentent les formules du mouvement. Lorsque le diapason est à l'*unisson parfait* de la corde ou, plus généralement, lorsque le nombre des vibrations du diapason est un *multiple exact* du nombre des vibrations de la corde (ses extrémités étant supposées fixes), les formules deviennent illusoires. Nous avons pensé qu'une discontinuité physique intéressante devait correspondre à cette discontinuité de calcul et nous avons prié M. Gripon d'examiner avec soin ce cas particulier de l'expérience de Melde. Nous avons été très-heureux d'apprendre que les prévisions de l'Analyse étaient parfaitement confirmées, et voici comment.

» M. Gripon prend une corde en laiton et la soumet à des tensions graduellement croissantes. Il parvient ainsi à mettre la corde à l'unisson parfait

du diapason. A ce moment, il met le diapason en vibration à l'aide d'un coup d'archet énergique. Il entend un son commun au diapason et à la corde, qui forme alors un seul fuseau, mais *ce son n'est pas celui du diapason, il est plus grave*. Si l'on dérange le chevalet de manière à rompre l'accord entre la corde et le diapason, le son monte immédiatement et redevient ce qu'il doit être. On voit que le système forme, dans le cas singulier, comme un tout sonore donnant un son plus grave que chacune des parties.

» Dans le cas où la tension est faible, les choses se passent un peu autrement. On allonge progressivement la corde, au moyen d'un chevalet mobile, de manière à tendre vers le cas où l'unisson a lieu exactement entre la corde et le diapason. Pendant cette opération, on donne de petits coups d'archet au diapason ; chaque fois on voit vibrer facilement la corde et le diapason ; mais, au moment où l'on atteint le cas singulier, le même coup d'archet, ou même un autre plus fort, ne produit rien. Si alors on donne un coup d'archet vigoureux, la corde s'ouvre en un large fuseau qui se referme instantanément, et le diapason reste immobile [1].

» Ces singularités, observées dans l'expérience de Melde, seraient inexplicables sans l'analyse, et elles sont, à notre avis, l'une des démonstrations les plus remarquables de la précision atteinte par la théorie de l'élasticité, dans les phénomènes acoustiques.

» On peut traiter avec une égale facilité le problème du mouvement d'une corde dont les deux extrémités possèdent des mouvements périodiques donnés. C'est l'expérience de Melde généralisée. Quelques-uns des résultats obtenus sont intéressants et mériteraient une vérification expérimentale. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques propriétés générales de l'enveloppe imaginaire des conjuguées d'un lieu plan.* Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Hermite, O. Bonnet.)

« Les conjuguées d'une courbe plane $f(x, y) = 0$, ou les courbes que le général Poncelet désignait sous le nom de supplémentaires de la courbe réelle, ont cette courbe réelle pour enveloppe; elles en ont souvent une autre composée des points imaginaires du lieu $f(x, y) = 0$ où $\frac{dy}{dx}$ est réel.

» La considération de l'enveloppe imaginaire s'impose d'elle-même dans

(1) On trouvera tous les détails de ces expériences dans le Mémoire de M. Gripon.

les recherches de Géométrie pure, dans la théorie des intégrales simples, dans celle des permutations des valeurs d'une fonction multiple, dans celle de la marche continue d'une fonction dont la variable varie suivant une loi donnée, enfin dans la théorie de la convergence de la série de Taylor. Les propriétés remarquables dont elle jouit m'ont paru pouvoir intéresser l'Académie.

» 1. L'enveloppe imaginaire des conjuguées d'une courbe $f(x, y) = 0$ est, par sa définition même, le lieu des points imaginaires de contact des tangentes au lieu total $f(x, y) = 0$, dont les coefficients angulaires sont réels.

» *Les $m(m-1)$ tangentes parallèles à une direction réelle donnée que l'on peut mener à une courbe de degré m sont donc toutes les tangentes que l'on peut mener parallèlement à cette direction, tant à la courbe donnée qu'à l'enveloppe imaginaire de ses conjuguées.* Les deux courbes sont sous ce rapport supplémentaires.

» 2. *L'enveloppe imaginaire touche l'enveloppe réelle en ses points d'inflexion et réciproquement.*

» 3. Elle a pour asymptotes les asymptotes à coefficients angulaires réels du lieu proposé, c'est-à-dire que, si le calcul a donné une asymptote telle que

$$y = mx + p + q\sqrt{-1},$$

q pouvant être nul, l'équation

$$y = mx + p + q$$

représentera réellement une asymptote à l'enveloppe imaginaire.

» 4. Du reste, si $\frac{dy}{dx}$ a la valeur m en un point $x = \alpha + \beta\sqrt{-1}$, $y = \alpha' + \beta'\sqrt{-1}$ de l'enveloppe imaginaire, la tangente à cette enveloppe en ce point sera représentée par

$$y - \alpha' - \beta' = m(x - \alpha - \beta).$$

» 5. Si

$$y = mx + \varphi(m) \pm \sqrt{\psi(m)}$$

est l'équation générale des tangentes à la courbe réelle,

$$y = mx + \varphi(m) \pm \sqrt{-\psi(m)}$$

représente réellement les tangentes à l'enveloppe imaginaire, de sorte que *quand les deux enveloppes coexistent elles sont réciproques l'une de l'autre.*

» 6. J'ai démontré autrefois (*Journal de Mathématiques*, 1862) que si

l'on désigne par $r + r'\sqrt{-1}$ la valeur de l'expression $\frac{\left[1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}}$ en un point de l'enveloppe imaginaire, $r + r'$ est le rayon de courbure de cette enveloppe en ce point; voici une proposition nouvelle assez remarquable sur le lieu des centres de courbure de l'enveloppe imaginaire : *La développée de l'enveloppe imaginaire des conjuguées d'un lieu est l'enveloppe imaginaire des conjuguées de la développée du lieu*, et réciproquement.

» 7. L'enveloppe imaginaire des conjuguées de l'hyperbole est l'hyperbole de mêmes axes, changés de réel en imaginaire, et réciproquement. Mon Mémoire sur les périodes des intégrales simples et doubles, que l'Académie a approuvé dans sa séance du 8 mai 1854, sur le rapport de MM. Cauchy et Sturm, contenait la démonstration de ce fait que *la période imaginaire de l'intégrale rectificatrice de l'hyperbole est, au facteur* $\sqrt{-1}$ *près, la différence des longueurs totales de l'hyperbole supplémentaire et des asymptotes communes* (*Journal de Mathématiques*, 1859). J'ai reconnu plus tard (*Journal de Mathématiques*, 1861) que *la période réelle de la même intégrale est la différence des longueurs totales de l'hyperbole proposée et de ses asymptotes*. Il m'a suffi pour cela de constater que *les intégrales rectificatrices des deux hyperboles supplémentaires ont les mêmes périodes changées de réelle en imaginaire, et réciproquement.* Cette dernière relation est générale. *Les intégrales rectificatrices de l'enveloppe réelle et de l'enveloppe imaginaire d'un même lieu ont toujours les mêmes périodes, au facteur* $\sqrt{-1}$ près.

» 8. J'avais ramené autrefois (*Journal de Mathématiques*, 1859) l'intégrale $\int y\,dx$, prise entre des limites imaginaires (x_0, y_0), (x_1, y_1) appartenant à des conjuguées tangentes à la courbe réelle, à la somme de trois aires, celles des segments de ces deux conjuguées correspondant aux arcs compris entre les points limites et les points de contact avec la courbe réelle, et celle du segment de la courbe réelle correspondant à l'arc compris entre les points de contact avec les deux conjuguées passant par les limites.

» La même décomposition s'appliquait bien encore à l'intégrale lorsque les points limites appartenaient à des conjuguées tangentes seulement à l'enveloppe imaginaire; la partie intermédiaire de l'intégrale était la valeur de l'intégrale $\int y\,dx$, prise le long de l'enveloppe imaginaire, entre les points de contact de cette enveloppe avec les conjuguées passant par les

points limites. Mais cette partie intermédiaire n'avait pas reçu d'interprétation et n'aurait, par conséquent, pu être appréciée que dans le cas très-rare où l'on aurait connu la forme analytique de l'intégrale indéfinie $\int y\,dx$, dont il s'agissait précisément de se passer.

» Je viens de lever cette dernière difficulté, en sorte qu'on pourra maintenant, dans tous les cas, obtenir la valeur d'une intégrale $\int y\,dx$, avec une approximation aussi grande qu'on le voudra, par excès et par défaut, au moyen des formules de quadrature approchée, comme on calculait autrefois π.

» Soient AB un arc de l'enveloppe imaginaire, Aa et Bb les ordonnées des points A et B; AaBb = S l'aire du segment correspondant à l'arc AB; A'B' l'arc de la même enveloppe formé des points imaginaires conjugués de ceux de AB; A'a' et B'b' les ordonnées de A' et de B'; S' l'aire du segment A'a'B'b'; CD le lieu des milieux des cordes joignant les points imaginaires conjugués de AB et de A'B'; Cc et Dd les ordonnées de C et de D; enfin S_1 l'aire du segment CcDd: la valeur de l'intégrale $\int y\,dx$, prise le long de l'arc AB, sera

$$\int_A^B y\,dx = 2S_1 - \frac{1}{2}(S+S') + \frac{1}{2}(S-S')\sqrt{-1}. \text{ »}$$

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Équations générales du mouvement d'un corps solide rapporté à des axes mobiles.* Note de **M. H. Resal.**

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Dans une Note insérée au *Compte rendu* de la séance du 13 novembre 1871, j'ai posé immédiatement, sans transformation de coordonnées, les équations du mouvement d'un système matériel rapporté à des axes mobiles, en m'appuyant sur l'interprétation suivante des trois équations de la Mécanique relatives à la rotation, à laquelle je suis arrivé en 1857, dans mes leçons à la Faculté des Sciences de Besançon :

« La vitesse de l'extrémité de l'axe du moment des quantités de mou-
» vement représente en grandeur et en direction le moment des forces. »

» Ces équations comprennent nécessairement celles qui se rapportent au cas où le système est un corps solide mobile autour de l'origine; mais, pour mettre en évidence les éléments du mouvement et ceux qui caracté-

risent la solidité, on aurait à faire des calculs très-pénibles, que l'on peut éviter en traitant directement la question comme il suit.

» Soient :

Ox', Oy', Oz' les axes mobiles;

n', p', q' les projections de la rotation du corps sur ces axes;

n'', p'', q'' les projections semblables de la rotation des trois axes;

$OP = P$, $O\mathfrak{M} = \mathfrak{M}$ les axes des moments des quantités de mouvement et des forces;

P_u, $\mathfrak{M}_u$ leurs projections sur l'axe Ou;

x', y', z' les coordonnées du point matériel m.

» Les composantes de la vitesse absolue V de m sont

$$(1)\qquad V_{x'} = p'z' - q'y',\quad V_{y'} = \ldots;$$

celles de la vitesse relative

$$(2)\qquad \frac{dx'}{dt} = (p' - p'')\,z' - (q' - q'')\,y',\quad \frac{dy'}{dt} = \ldots,$$

et l'on a

$$(3)\quad P_{x'} = \Sigma(y'V_{z'} - z'V_{y'}) = n'\Sigma m(y'^2 + z'^2) - p'\Sigma mx'y' - q'\Sigma mx'z'.$$

» En différentiant, en ayant égard aux valeurs (2), puis posant

$$A' = \Sigma m(y'^2 + z'^2),\quad B' = \Sigma m(x'^2 + z'^2),\quad C' = \Sigma m(x'^2 + z'^2),$$
$$D = \Sigma mx'y',\quad E = \Sigma mx'z',\quad F = \Sigma my'z',$$

on trouve

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dP_{x'}}{dt} = A'\frac{dn'}{dt} &+ p'(q' - q'')(A' - B') + q'(p' - p'')(C' - A') \\ &+ D'\left[-\frac{dp'}{dt} - q'(n' - n'') + 2n'(q' - q'')\right] \\ &+ E'\left[-\frac{dq'}{dt} + p'(n' - n'') - 2n'(p' - p'')\right] \\ &+ F'[q'(q' - q'') - p'(p' - p'')], \\ \frac{dP_{y'}}{dt} = \ldots. & \end{aligned}\right.$$

» Mais, en vertu de l'interprétation donnée plus haut, on a

$$(5)\qquad \mathfrak{M}_{x'} = \frac{dP_{x'}}{dt} + p''P_{z'} - q''P_{y'};$$

d'où, en substituant,

$$(6)\left\{\begin{aligned} & A'\frac{dn'}{dt} + C'p''q' - B'p'q'' + p'(q'-q'')(A'-B') + q'(p'-p'')(C'-A') \\ & + D'\left(-\frac{dp'}{dt} + n'q' + q'n'' - n'q''\right) \\ & + E'\left(-\frac{dq'}{dt} - n'p' + n'p'' - n''p'\right) + F'(q'^2 - p'^2) = \mathfrak{M}_{x'} \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right.$$

» En supposant que φ, ψ, θ définissent la position des axes principaux d'inertie Ox, Oy, Oz par rapport aux axes mobiles, on exprime facilement les coefficients A′, B′, C′, D′,... en fonction de ces angles et des moments d'inertie principaux A, B, C, et l'on a, par exemple,

$$(7)\left\{\begin{aligned} A' &= A(\cos\varphi\cos\psi + \sin\varphi\sin\psi\cos\theta)^2 \\ & \quad + B(\cos\varphi\sin\psi - \sin\varphi\cos\psi\cos\theta)^2 + C\sin^2\varphi\sin^2\theta, \\ D' &= -A(\cos\varphi\cos\psi + \sin\varphi\sin\psi\cos\theta)(\sin\varphi\cos\psi - \cos\varphi\sin\psi\cos\theta) \\ & \quad - B(\cos\varphi\sin\psi - \sin\varphi\cos\psi\cos\theta)(\sin\varphi\sin\psi + \cos\varphi\cos\psi\cos\theta) \\ & \quad + C\sin\varphi\cos\varphi\sin^2\theta. \end{aligned}\right.$$

» La composition des rotations donne d'ailleurs immédiatement les relations suivantes

$$(8)\left\{\begin{aligned} & (n'-n'')\cos\varphi + (p'-p'')\sin\varphi = \frac{d\theta}{dt}, \\ & [(n'-n'')\sin\varphi - (p'-p'')\cos\varphi]\cos\theta + (q'-q'')\sin\theta = \frac{d\varphi}{dt}\sin\theta, \\ & (n'-n'')\sin\varphi\sin\theta - (p'-p'')\cos\varphi\sin\theta + (q'-q'')\cos\theta = -\frac{d\psi}{dt} + \frac{d\varphi}{dt}\sin\theta. \end{aligned}\right.$$

» Les équations (6) et (8) avec les relations (7) résolvent complétement la question.

» Si l'on suppose que le solide soit de révolution autour de Ox, que cet axe coïncide avec Ox', on retombe sur les formules que j'ai données dans le *Compte rendu* de la séance du 19 novembre 1866, et qui sont relatives à la rotation des projectiles oblongs. »

BOTANIQUE. — *Sur le polymorphisme des organes reproducteurs dans les* Mortierella. Note de **MM. Ph. Van Tieghem** et **G. Le Monnier**, présentée par M. Decaisne.

« L'un des genres les moins connus de la famille des Mucorinées est celui dont Coemans a fait connaître une espèce en 1863, sous le nom de

Mortierella polycephala (1). Les filaments fructifères, hauts à peine de $0^{mm},250$, renflés à la base, effilés au sommet, se terminent par un gros sporange à paroi diffluente et entièrement dépourvu de columelle. Sous ce premier sporange, la partie effilée du filament développe de haut en bas quelques rameaux grêles terminés par des sporanges semblables et plus petits. Voilà tout ce que l'on sait d'exact sur cette plante. Coemans, en effet, paraît en avoir méconnu l'appareil végétatif, le mycélium. Il figure les filaments fructifères insérés sur de gros tubes qui ne leur appartiennent certainement pas et qui sont probablement les tubes mycéliens de quelque *Mucor* associé au *Mortierella*. Il admet, en outre, que la plante rencontrée par lui sur un Polypore et sur un Dædalea est parasite de ces grands champignons. Un botaniste de Vienne, M. Harz, qui a décrit récemment (2) deux espèces nouvelles de ce genre (*M. crystallina* et *echinulata*), remarque judicieusement qu'il n'y a aucune continuité entre la base renflée des filaments fructifères et les tubes de *Mucor* sur lesquels on les trouve implantés, mais il tombe dans une erreur plus grave quand il affirme que ces plantes, exemple unique parmi les Champignons, sont totalement dépourvues de mycélium et réduites à un appareil fructifère qui se développe en parasite sur les tubes mycéliens de diverses espèces de *Mucor*.

» En poursuivant sur le polymorphisme des organes reproducteurs dans les Mucorinées la série de recherches dont nous avons déjà présenté quelques résultats à l'Académie (*Comptes rendus*, 8 avril 1872), nous avons tout d'abord rencontré deux espèces nouvelles de *Mortierella*. L'une a ses filaments fructifères plus courts ($0^{mm},150$ environ) et moins effilés que les précédentes, et ses grandes spores au nombre de 2 à 8, souvent de 4 dans un sporange, ont leur membrane externe épaissie en réseau : c'est le *Mortierella reticulata*. Dans l'autre, le sporange renferme beaucoup de petites spores lisses et le filament fructifère, qui peut atteindre 1 millimètre de longueur, se ramifie dans sa région inférieure de manière à former une sorte de candélabre à pied court où l'on peut compter une dizaine de grandes branches redressées, de génération différente, toutes dépourvues dans leur région effilée des petits rameaux grêles que possèdent les autres espèces : c'est le *Mortierella candelabrum*.

---

(1) Coemans, *Quelques Hyphomycètes nouveaux* (*Bulletins de l'Académie de Belgique*, 2e série, t. XV, 1re partie, p. 536).

(2) Harz, *Einige neue Hyphomyceten* (*Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou*, t. XLIV, p. 145, 1871).

» Ce résultat obtenu, nous avons cherché à cultiver sur divers milieux, non-seulement ces deux espèces nouvelles, mais encore le *M. polycephala* de Coemans retrouvé à la même époque, et nous nous sommes particulièrement appliqués à faire une série de semis et de cultures dans des gouttes d'un liquide nutritif disposées en cellule sur le porte-objet du microscope, de manière à pouvoir suivre sans interruption toutes les phases du développement de la plante. Ces cultures cellulaires nous ont appris que les spores des *Mortierella* forment d'abord un mycélium caractéristique qui constitue le système végétatif de la plante, et que sur ce mycélium apparaissent ensuite, suivant les circonstances, plusieurs espèces d'organes reproducteurs.

» Le mycélium des *Mortierella* se compose de tubes rameux très-grêles relativement à ceux des *Mucor* et des *Pilobolus* et qui, d'ordinaire, se résorbent promptement après la formation des organes reproducteurs. Tant qu'elle contient du protoplasma, la cavité de ces tubes est continue, mais quand, par les progrès de l'âge, elle arrive à ne plus renfermer qu'un liquide aqueux, il s'y fait de nombreuses cloisons assez régulièrement espacées. La ténuité de ces filaments mycéliens, qui dans le *Mortierella reticulata* contraste avec la grosseur des spores dont ils émanent, et leur disparition rapide, expliquent l'erreur commise par Coemans et par M. Harz. Doués d'un mycélium qui se développe bien et fructifie dans une goutte d'un liquide azoté convenablement choisi, les *Mortierella* ne sont donc en aucune façon parasites.

» Sur ce mycélium nous avons vu se développer trois espèces d'organes reproducteurs.

» Ce sont d'abord les gros tubes sporangifères. Ces tubes peuvent naître isolément sur les filaments mycéliens et quelquefois il s'en élève un directement de la spore elle-même; mais le plus souvent ils s'insèrent par groupes et d'une façon remarquable. En un point d'un filament mycélien, il se forme une grosse ampoule où s'accumule le protoplasma; cette ampoule, en grandissant, se bifurque à plusieurs reprises et forme ainsi une sorte de palmure dont les branches courtes et renflées contiennent un protoplasma sombre et homogène. Toutes les branches de cette palmure peuvent s'allonger ensuite en filaments sporangifères, mais souvent un certain nombre seulement se développent ainsi, tandis que les autres se vident et forment plus tard des appendices en doigt de gant à la base des premières. Ce mode d'insertion d'un faisceau de gros tubes sporangifères en un seul point d'un filament mycélien très-étroit est caractéristique. On ne le retrouve ni dans les *Mucor*, ni dans les *Pilobolus*.

» Dans d'autres conditions, le mycélium ne porte pas de tubes sporangifères et la plante se reproduit autrement. Sème-t-on, par exemple, en cellule sur le porte-objet des spores de *Mortierella polycephala* dans une goutte de décoction filtrée de crottin de cheval, on voit se produire d'abord le mycélium ordinaire; mais bientôt il se forme le long des filaments, et souvent à partir de la spore elle-même, des rameaux dressés courts et grêles, qui se terminent par une grosse spore échinée, en forme de sphère aplatie, ayant environ $0^{mm},020$ de diamètre. Après la disparition du mycélium, ces spores demeurent fixées au sommet de leurs pédicelles qui persistent. Semées à leur tour, elles reproduisent le mycélium caractéristique du *Mortierella*, et si les conditions de milieu sont les mêmes, ce mycélium ne porte encore que des spores échinées acrogènes. Si le milieu est plus nutritif, il développe, au contraire, ou bien exclusivement de gros filaments sporangifères, ou bien en certains points de gros filaments sporangifères, et en d'autres des rameaux grêles à spores échinées. Aussi ces deux appareils reproducteurs se rencontrent-ils fréquemment mélangés dans les grandes cultures. Considérée sous cette nouvelle forme acrogène et regardée comme espèce autonome, la plante serait classée, non dans la famille des Mucorinées, mais parmi les Mucédinées, dans le genre *Sepedonium* de Link. Et, de fait, l'appareil échiné du *Mortierella polycephala* est très-semblable, sinon identique, à celui que M. Harz a décrit récemment sous le nom de *Sepedonium mucorinum* (*loc. cit.*, p. 110). Mais ce qu'il est nécessaire de bien remarquer, c'est que le système végétatif de la plante, son mycélium, qu'il produise l'un ou l'autre de ces deux appareils reproducteurs si différents, conserve toujours les mêmes caractères. Il y a polymorphisme dans les organes reproducteurs, non dans l'appareil végétatif.

» Le *Mortierella reticulata* a aussi ses spores échinées acrogènes, son *Sepedonium*. Elles sont parfaitement sphériques et plus grosses que les précédentes, atteignant $0^{mm},036$ et $0^{mm},040$. Le *Mortierella candelabrum* ne nous en a pas offert jusqu'à présent.

» Rien d'analogue à cette seconde forme reproductrice des *Mortierella* n'a été jusqu'ici rencontré chez les *Mucor*, car nous avons établi dans un précédent travail que les corps reproducteurs du *Chætocladium Jonesii* ne sont pas, comme on l'admettait, des spores acrogènes, mais bien des sporanges monospermes. Il n'en est pas de même de la troisième sorte d'organes qu'il nous reste à signaler : ceux-là se retrouvent avec des caractères analogues dans plusieurs espèces de *Mucor*, notamment dans le *Mucor Mucedo*. Nous voulons parler des spores mycéliennes. Dans les *Mortierella*, ces spores se développent isolément sur le trajet des filaments grêles du

mycélium, plus rarement à leur extrémité. Elles naissent à l'intérieur du tube et sont mises en liberté par la résorption de sa membrane. Dans le *M. reticulata*, ce sont de grandes spores sphériques à paroi lisse, pleines d'un protoplasma sombre et homogène, atteignant ordinairement $0^{mm},025$; on en voit aussi de beaucoup plus petites, ovales et tronquées aux deux bouts. Dans le *M. polycephala*, elles sont sphériques encore et de dimension moitié moindre. Enfin le *M. candelabrum* a de grandes spores mycéliennes ovales allongées, souvent tronquées aux deux bouts et qui peuvent atteindre $0^{mm},040$ de longueur, c'est-à-dire six ou sept fois le diamètre moyen des spores du sporange. »

GÉOLOGIE. — *Réponse à une Note précédente de* M. Garrigou, *sur la constitution des Pyrénées* (1); *par* **M. Leymérie.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, qui se compose de MM. Delafosse, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

« Je connaissais les faits particuliers que M. Garrigou réunit dans sa Communication, et qu'il a appréciés à sa manière. Je n'aurai pas l'indiscrétion de réfuter un à un les arguments qu'il a cru pouvoir en tirer contre mes idées. Ces faits sont d'ailleurs presque tous en dehors de la question.

» Je nie absolument que les Pyrénées proprement dites, si ce n'est peut-être la partie tout à fait orientale, aient été soumises à des mouvements postérieurs à l'époque *éocène*. Il ne peut y avoir de *miocène faillé ou brisé* entre Chalabre et Mirepoix, par la raison que le miocène manque entièrement dans cette région, occupée par un poudingue à Lophiodon qui représente le poudingue de Palassou, ou plutôt qui n'est qu'un prolongement de cet étage. Je crois connaître les environs de Cintegabelle et de Saverdun, pays horizontaux et tranquilles où, certes, il n'existe aucune trace des perturbations qu'y signale M. Garrigou. Qu'avaient d'ailleurs à faire ces prétendus accidents et directions dans la question qui nous occupe, et particulièrement dans une thèse où l'on soutient l'unité des Pyrénées? »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la simultanéité des variations barométriques entre les tropiques.* Note de **M. J.-A. Broun.**

(Commissaires : MM. de Tessan, Ch. Sainte-Claire Deville, Jamin.)

« Dans une Lettre adressée des Indes à sir David Brewster, et publiée dans le *Philosophical Magazine* (juillet 1858), j'ai indiqué, comme un résul-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1513. Séance du 17 juin 1872.

tat de mes observations en Europe et aux Indes, l'insuffisance des théories fondées sur les variations de la température ou de la pression de la vapeur d'eau dans l'atmosphère pour expliquer la variation diurne du baromètre, et j'ai fait les remarques suivantes :

« De l'action connue du Soleil sur les gaz des comètes, ne peut-on pas inférer qu'il y a aussi une action exercée par le Soleil sur les gaz qui forment notre atmosphère?... Le Soleil ne doit-il pas, en agissant comme un aimant sur les gaz magnétiques qui forment notre atmosphère, et, par induction, sur l'aimant terrestre, donner à l'atmosphère la forme d'un ellipsoïde qui aurait son grand axe près de l'équateur, déterminant ainsi les plus grandes oscillations diurnes dans ces régions? »

» Un examen de plusieurs séries d'observations faites sous ma direction aux Indes, à différentes altitudes, n'ont fait que me confirmer dans la croyance à une cause électrique ou électromagnétique, à laquelle les variations diurnes du baromètre doivent être attribuées, et j'ai cherché, à diverses reprises, un rapport entre les variations magnétiques et barométriques, avec peu de succès.

» Dernièrement, mon attention s'est portée sur une période de vingt-six jours pour les variations magnétiques, période que j'avais découverte en 1860 (1), et que j'ai attribuée à la rotation du Soleil. Cette période, qui a été surtout manifeste dans les variations de la force horizontale, a été de nouveau découverte, en 1870, par M. Hornstein, directeur de l'Observatoire de Prague, lequel n'avait certainement pas connaissance de mes résultats (2).

» Il m'a paru désirable d'essayer si une semblable période ne s'observe pas pour les variations barométriques : un premier essai, sur les amplitudes des oscillations diurnes observées en Écosse par moi, en 1844 et 1845, a donné une variation assez marquée. J'ai pris ensuite les amplitudes des observations diurnes faites à Trevandrum, aux Indes; le résultat a été négatif. Les oscillations aux Indes suivent à peu près toutes la période diurne régulière, tandis que celles d'Écosse ont de tout autres causes. Enfin j'ai pris les hauteurs moyennes du baromètre, pour chaque jour, à une station voisine de l'équateur (Singapoor), où je croyais que les grandes irrégularités, dues à des causes locales, seraient peu sensibles.

(1) *Trans. Roy. Soc. Edimb.*, t. XXII, p. 543.

(2) M. Hornstein a trouvé 26 $\frac{1}{3}$ jours, au moyen de calculs faits pour l'année 1870; mais il faut une plus longue série d'observations pour donner la période exacte.

Si l'on examine la planche XXVII du volume XXII des *Transactions de la Société royale d'Edimbourg*, on verra que, dans quatre stations (Makerstoun, Écosse, Trevandrum et Singapoor aux Indes, et Hobart-Town, île de Van-Diémen), les variations de la force magnétique de la Terre se ressemblent, et que la période de vingt-six jours, très-marquée dans les premiers mois de 1844, semble disparaître pendant quelques révolutions successives du Soleil, pour se retrouver plus loin, exactement là où elle devait reparaître. Je ne prétends nullement expliquer pourquoi cette variation n'est pas toujours également visible : elle est quelquefois déformée par de grandes perturbations, et il est possible que le véhicule par lequel se transmet l'action du Soleil manque en certains points de l'orbite terrestre. Le résultat que j'ai obtenu pour le baromètre présente exactement le même caractère : trois ou quatre périodes successives sont assez bien marquées, et les mouvements qui succèdent indiquent des périodes variables; mais celle de vingt-six jours reparaît, à la place qu'elle doit occuper, après quelque temps, et généralement aux mêmes époques de l'année.

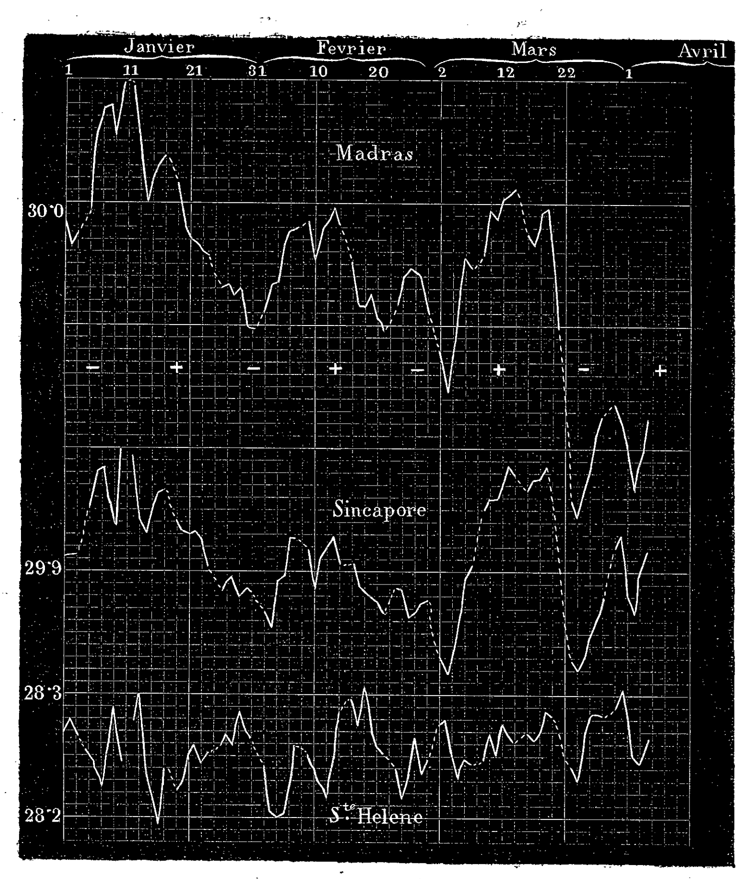
Évidemment, s'il y a une période de vingt-six jours dans les variations des moyennes journalières de la pression atmosphérique, elle ne doit pas être limitée à *une* station, quoique les variations dues à des causes locales puissent rendre les périodes moins sensibles pour une station que pour une autre, à la même époque de l'année. Les observations barométriques faites à Singapoor en 1844 et 1845 ont été employées dans ma discussion, et, comme je possédais les observations faites à Madras dans l'année 1845, j'ai projeté ces dernières au-dessous des observations de Singapoor, dans la même année; j'ai été surpris de voir que les variations des moyennes barométriques d'un jour à un autre se ressemblaient, dans les deux stations, à peu près comme celles des variations magnétiques.

» Si l'on se rappelle que Singapoor est à une distance de près de trois mille kilomètres de Madras, on verra qu'il n'est pas question ici des vagues de propagation, telles qu'on les trouve en Europe et aussi quelquefois, quoique rarement, entre les tropiques. M. Quetelet donne, pour la vitesse de ces vagues en Europe, six à dix lieues de France par heure (1). Il faudrait donc plus de trois jours pour qu'une vague passât d'une station à l'autre, si les vagues qui produisent une oscillation de trois ou quatre centièmes de pouce de mercure ne s'éteignent pas avant d'avoir parcouru une telle distance.

---

(1) *Sur le Climat de la Belgique*, 4e Partie, p. 91.

» Un pareil résultat semble difficile à croire : je donne ici la projection des moyennes, pour chaque jour des trois premiers mois de l'année 1845 (excepté les dimanches), pour Madras et Singapoor; un coup d'œil suffit pour constater une action commune aux deux stations, semblable à celle qui se manifeste sur l'aiguille aimantée.



Pression moyenne de l'atmosphère pour chaque jour, en janvier, février et mars 1845. Les projections sont à une échelle de dix fois la grandeur des moyennes barométriques.

» J'ai pris ensuite les observations faites à l'observatoire de Sainte-Hélène, à 1800 pieds au-dessus de la mer, à une distance de Singapoor égale au tiers de la circonférence de la Terre, à près de 2000 kilomètres du continent d'Afrique, à 16 degrés de latitude sud.

» Là les différences sont assez considérables : les mouvements ont quelquefois des directions opposées; les minima se présentent, le plus sou-

vent, un jour plus tard, et le grand mouvement du 3 jusqu'au 24 mars, à Singapoor et Madras, est très-diminué en amplitude. Le baromètre commence à monter seulement le 5 mars; cependant, quoique le mouvement soit beaucoup plus petit, c'est bien le même mouvement, et le baromètre commence à baisser depuis le 20 mars, pour atteindre son minimum le 24, dans les trois stations.

» Je dois remarquer que la variation annuelle, qui est de $0^{\text{pouce}},3$ à Madras, n'est que de $0^{\text{pouce}},06$ à Singapoor, et cette différence n'est pas due à la différence des latitudes; car j'ai trouvé aux Indes que, sur deux côtés des Ghates, à une distance d'une centaine de kilomètres, la variation annuelle était presque trois fois plus grande du côté de Coromandel, où les variations de la température et de la pression de vapeur étaient plus grandes que du côté de Malabar.

» La variation annuelle ne peut pas être expliquée par des courants d'air qui se déversent de l'équateur vers les pôles. Je crois que c'est un phénomène produit par la cause à laquelle les mouvements que je considère sont dus, et que l'action exercée par le Soleil sur l'atmosphère (directement ou indirectement par l'entremise de la Terre) dépend, quant à sa valeur, des conditions de température et d'humidité.

« J'ai dit précédemment que j'ai été conduit aux résultats précédents par les calculs effectués, pour une période de vingt-six jours, sur les observations de Singapoor. Ces calculs m'ont donné pour l'oscillation simple les équations suivantes :

1844........ $y = 0^{\text{pouce}},007 \sin(\theta + 147^\circ)$, et le maximum a lieu le 22e jour.
1845........ $y = 0^{\text{pouce}},011 \sin(\theta + 187^\circ)$, » 19e jour.

» Comme le calcul commençait avec le 1er janvier 1844, le premier maximum aurait dû avoir lieu le 22 janvier 1844 par la première formule et le 19 par la seconde. En prenant la moyenne des deux formules, le premier maximum, en 1845, aurait dû avoir lieu le 18 $\frac{1}{2}$ janvier; j'ai marqué par + et — sur les courbes les époques des maxima et des minima déduits des calculs. Comme j'avais fait précédemment les mêmes calculs pour la force horizontale du magnétisme terrestre à Makerstoun (Écosse), pour les mêmes années, j'ajoute ici les formules correspondantes :

1844............ $y = 24 \sin(\theta + 101^\circ)$, et le maximum a lieu le 25e jour.
1845............ $y = 11 \sin(\theta + 159^\circ)$, » » 21e jour.

» On voit que la première formule donne le maximum 3 jours plus tard, la seconde 2 jours plus tard que pour les variations de la pression atmosphérique.

M. **Montucci** adresse une Note relative à une expérience destinée à apprécier la résistance d'une feuille de laiton soumise à la pression atmosphérique.

Une feuille de laiton recuite, ayant une épaisseur de $\frac{1}{14}$ de millimètre et pesant $9^{gr},65$ par décimètre carré, a été soudée à la partie supérieure d'un réservoir cylindrique de fer, dont la section avait $\frac{1}{16}$ de mètre carré; elle présentait une dépression d'environ 7 millimètres au centre. On a fait le vide dans le réservoir, au moyen d'une machine pneumatique de M. Deloeuil. La surface de la feuille acquit une concavité dont la flèche mesurait 39 millimètres, lorsque le vide fut poussé aussi loin qué possible. Au bout de deux jours, la feuille était restée dans le même état, et la rentrée de l'air ne diminua la flèche que de 1 millimètre. L'expérience ayant été renouvelée, on obtint une dépression totale de 40 millimètres, et l'on put charger la feuille de poids additionnels successifs, de manière à lui faire éprouver une pression totale de 685 kilogrammes, sans la rompre; la chute d'un poids de 20 kilogrammes, tombant d'une hauteur de 5 à 6 centimètres, y produisit une empreinte persistante, sans rupture.

(Commissaires : MM. Jamin, Rolland, Tresca.)

M. L. **Sollier** adresse une Note relative à un procédé de destruction du *Phylloxera vastatrix,* au moyen d'une décoction de tabac.

L'auteur propose d'employer la décoction de tabac à deux reprises différentes. Une première fois, à l'époque où, après avoir taillé les souches, on leur donne la *première façon,* en les déchaussant et laissant autour de chacune d'elles une sorte de cuvette, il conseille de verser au pied de chaque souche environ $\frac{1}{2}$ litre de cette décoction; on ramènerait ensuite la terre, de manière à couvrir toutes les racines. Plus tard, lorsqu'on donne aux vignes la *seconde façon*, en les chaussant et rassemblant la terre autour de chaque pied, on procéderait à un nouvel arrosage. L'auteur pense que ce procédé serait à la fois efficace contre le *Phylloxera* et tout à fait inoffensif pour le pied de la vigne lui-même : s'il était adopté, le tabac pourrait être cultivé par les viticulteurs eux-mêmes, pour cet objet, et l'on n'aurait à compter, comme accroissement de dépense, que la main-d'œuvre.

(Renvoi à la Commission nommée pour la question du *Phylloxera*.)

M. **Poulain** adresse une Note relative au Mémoire qu'il a présenté pour

le Concours des arts insalubres, sur l'assainissement des littoraux marécageux.

(Renvoi à la Commission du Concours des arts insalubres.)

M. Pretis de Sainte-Croix adresse une Note complémentaire, faisant suite à ses Communications sur le *postulatum* d'Euclide.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. Brachet prie l'Académie de vouloir bien comprendre ses Communications parmi les pièces présentées pour le Concours des prix Trémont et Gegner.

(Renvoi aux Commissions qui seront chargées de juger ces Concours.)

M. Lailler adresse, pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un travail portant pour titre : « De l'urine dans l'aliénation mentale ».

Ce travail sera renvoyé à la Commission, qui jugera s'il peut encore être admis à concourir, le délai accordé pour l'envoi des pièces destinées aux divers Concours étant expiré depuis un mois.

M. O. Henry adresse, par l'entremise de M. Larrey, une Note relative à la musculine et à l'usage de la viande crue.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui désigner deux candidats pour la place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes, dans la Section de l'Académie des Sciences, place devenue vacante par le décès de M. *Laugier*.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. le Ministre des travaux publics adresse pour la bibliothèque de l'Institut un exemplaire de la Carte géologique agronomique du Gers, exécutée par M. *Jacquot*. Cette carte est accompagnée du premier volume du texte explicatif.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *A.-F. Pouriau*, portant pour titre : « La laiterie; art de traiter le lait, de fabriquer le beurre et les principaux fromages français et étrangers » ;

2° Une brochure, imprimée en italien, adressée par M. *Diamilla-Muller* et contenant un Rapport sur les observations météorologiques et magnétiques faites à Terranova (Sicile), à l'époque de l'éclipse totale de Soleil du 22 décembre 1870.

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant à l'Académie ce Rapport, donne lecture des passages suivants de la lettre d'envoi :

« M. L. Serra, officier de marine, et moi, nous avons fait une série d'observations horaires, sans aucune interruption, depuis 6 heures du matin du 6 décembre jusqu'à midi du 24 décembre. Les 21, 22 et 23 décembre, les observations ont été faites depuis 8 heures du matin jusqu'à 4 heures du soir, de minute en minute.

» Les mêmes jours, on a fait des observations simultanées à Naples, Rome, Florence, Livourne, Bologne, Gênes et Moncalieri.

» Nous avons été aidés à Terranova par MM. Tacchini, Nobile, Wetting, Lorenzoni et Legnazzi.

» Nous avons observé aussi des phénomènes physiques, surtout les ombres vacillantes, et la position des protubérances par rapport aux faisceaux de rayons. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une apparition singulière de magnésium dans la chromosphère du Soleil.* Lettre de M. Tacchini, communiquée par M. Faye.

« Je viens d'observer un phénomène tout à fait nouveau dans la série de mes observations. A partir du 6 mai, j'avais déjà trouvé dans le Soleil des régions remarquables par la présence du magnésium, régions très-étendues, c'est-à-dire comprenant des arcs de 12 à 168 degrés, tandis que les observations précédentes ne donnent que des arcs de 66 degrés au plus.

» Dans la séance de notre Société des Sciences naturelles du 18 mai, j'ai présenté le dessin du bord entier exécuté le 6 mai, avec des indications relatives à la position du magnésium, en ajoutant des considérations spéciales sur les observations des jours suivants. Quoique l'étendue du magnésium se montrât toujours considérable, j'ai dû faire remarquer cette circonstance que les traits les plus longs et les plus caractéristiques se trouvaient sur le bord occidental, comme je l'avais vérifié aussi pour les

observations précédentes, dans le *Bulletin de l'Observatoire*, 1871, n° 9. Cette espèce de prédilection pour le bord occidental était difficile à expliquer, et, par conséquent, il était intéressant de continuer l'étude des raies du magnésium tout le long du bord, ce que je continue à faire chaque matin, quand l'atmosphère est pure et tranquille.

» Dernièrement, le 18 juin, j'ai pu constater la présence du magnésium dans le bord tout entier, c'est-à-dire que la chromosphère se trouvait toute envahie par les vapeurs de ce métal. A cette ébullition générale, qui s'accorde si bien avec votre théorie (1), correspondait une absence de protubérances, ce qui me semble très-naturel; au contraire, les flammes de la chromosphère étaient très-prononcées et très-brillantes. Il me semblait voir se renouveler la surface de notre grande source de lumière.

» Plus les flammes étaient prononcées et brillantes, plus les raies du magnésium apparaissaient vives et élargies. A 288 degrés, on observait des flammes très-brillantes et caractéristiques; j'ai dit alors à quelques personnes qui se trouvaient présentes que, en ce point, devait certainement se trouver une belle facule. En effet, en regardant le Soleil par projection, nous avons trouvé à la place indiquée une facule très-lumineuse, qui était proprement sur le bord du Soleil; c'était une des vérifications que j'ai répétées seul tant de fois, avec une concordance parfaite. Les granulations se montraient très-distinctes, et sur le contour du disque le nombre des petites facules était partout parfaitement d'accord avec la présence du magnésium.

» A chaque position du spectroscope, j'ai noté également l'intensité relative des raies, et j'ai observé un grand nombre de fois que les variations de largeur dans les raies correspondaient parfaitement aux variations de l'intensité lumineuse des flammes chromosphériques, observées à travers la raie C.

» La grande abondance du magnésium continue encore à se manifester, mais non plus sur le bord entier.

» Les observations dont je parle me semblent démontrer que l'on doit admettre, non pas des éruptions locales, mais plutôt des expulsions complètes, c'est-à-dire un mélange de certaines vapeurs métalliques avec la chromosphère, mélange étendu à la surface entière du Soleil, qui, par conséquent, doit se trouver encore à l'état gazeux.

» Plus d'une personne m'a dit que la lumière du Soleil n'a pas, dans

---

(1) La Lettre est adressée à M. Faye.

ce moment, son aspect ordinaire, et, à l'Observatoire, nous avons cru faire la même remarque : cette modification devrait être attribuée au magnésium.

Hauteur de la chromosphère à chaque position du spectroscope le 18 *juin* 1871.

N. 0°... 15″	O. 90°... 14″	S. 180°... 12″	E. 270°... 12″
6... 13	96... 13	186... 10	276... 12
12... 13	102... 14	192... 10	282... 13
18... 13	108... 15	198... 10	288... 12
24... 17	114... 13	204... 13	294... 12
30... 22	120... 14	210... 11	300... 12
36... 11	126... 13	216... 14	306... 12
42... 16	132... 13	222... 13	312... 12
48... 13	138... 13	228... 13	318... 13
54... 13	144... 13	234... 13	324... 12
60... 11	150... 15	240... 13	330... 13
66... 12	156... 14	246... 13	336... 13
72... 13	162... 22	252... 13	342... 13
78... 14	168... 12	258... 13	348... 13
84... 14	174... 12	264... 13	354... 15
O. 90... 14	S. 180... 12	E. 270... 12	N. 0... 15

» Au pôle sud il y a donc une dépression marquée; c'est le contraire au pôle nord. D'après cela, il est naturel de se poser la question suivante : la plus grande activité à la surface du Soleil correspond-elle au nombre plus grand des protubérances, ou bien à la plus grande étendue des régions du magnésium avec les flammes exagérées de la chromosphère? C'est une question à laquelle je ne puis pas encore répondre. »

NAVIGATION. — *Résumé d'une méthode nouvelle et rapide pour la régulation des compas, à la mer, dans tous les cas possibles.* Note de **M. Fournier**, présentée par M. Jurien de la Gravière.

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à la haute appréciation de l'Académie a pour objet la solution, par des procédés faciles et prompts, de tous les problèmes sur la régulation des compas, que la plupart des marins croyaient inabordables.

» Dans la langue maritime, on appelle *compas* la boussole d'un navire et *cap* l'angle de l'aiguille aimantée avec l'axe longitudinal du bâtiment, dans le plan horizontal.

» Pour suivre, au moyen du compas, une route tracée sur la carte, il faut connaître l'angle formé par la direction de l'aiguille avec le méridien astronomique, c'est-à-dire la *variation* du compas. Si l'aiguille n'était soumise qu'à l'action directrice de la Terre, elle s'orienterait toujours dans le méridien magnétique, et la variation serait égale à la déclinaison magnétique du lieu; mais les masses de fer que renferment les bâtiments, étant généralement aimantées, écartent l'aiguille de ce méridien, d'un angle appelé *déviation*, dont la grandeur et le sens varient avec le temps, l'orientation du navire et sa position géographique. La variation du compas, à un cap donné, est donc, en réalité, la somme algébrique de la déclinaison magnétique et de la déviation relative à ce cap, et il faut connaître à la fois ces deux éléments pour régler l'orientation d'un navire. La déclinaison magnétique étant indiquée sur des cartes spéciales, il reste à trouver, à la mer, la déviation. On appelle *régulation du compas* l'opération qui a pour but de déterminer les déviations à tous les caps. Les méthodes de régulation connues aujourd'hui sont toutes basées sur un même principe : déterminer directement les déviations, à un certain nombre de caps convenablement choisis, en retranchant la déclinaison magnétique de la variation mesurée par la différence entre l'azimut et le relèvement d'un astre, et en déduire, par une courbe ou une formule, les déviations relatives à tous les autres caps. Ces méthodes supposent donc qu'on connaisse exactement la déclinaison magnétique en chaque lieu du globe, et c'est là leur vice originel, car il est reconnu aujourd'hui que les déclinaisons magnétiques indiquées sur les cartes sont erronées en beaucoup de points. Il faudrait donc refaire ces cartes; mais comment, sur des navires aimantés? puisqu'on ne peut déduire la déclinaison magnétique de la variation que si l'on connaît la déviation; et que, d'autre part, les méthodes de régulation en usage ne donnent les déviations que si la déclinaison magnétique est connue.

» Jusqu'ici la véritable difficulté de la question a donc été déguisée, mais non résolue; de plus, le problème de la régulation n'a été traité que dans un cas tout particulier, car ces méthodes deviennent impraticables dès qu'on cesse d'apercevoir le Soleil, ou une étoile dont on puisse connaître l'azimut, ce qui arrive fréquemment à la mer, surtout dans certains parages.

» C'est pour sortir de cette impasse, où nous sommes engagés aujourd'hui, que j'ai cherché un procédé de régulation qui pût donner les déviations, dans toutes les circonstances possibles de la navigation, sans l'intermédiaire de la déclinaison magnétique, et qui permît de déterminer, à la mer,

cet élément si important du magnétisme terrestre, quelle que fût l'aimantation du navire. La méthode de régulation que j'expose dans ce Mémoire est d'une application facile et à la portée de tous les marins. Elle repose sur une conception géométrique mettant clairement en évidence la simplicité des lois qui règlent la marche des déviations, dans les différentes orientations du navire.

» J'appelle *caps auxiliaires* (ζ) les caps d'un compas imaginaire, qui auraient avec les caps du compas [z] une relation générale de la forme

$$\text{tang}\,\zeta = \text{tang}\,\text{I}\,.\,\text{tang}\,z,$$

dans laquelle le paramètre I, ou l'argument des caps auxiliaires, ne dépendant que des masses de fer doux du bâtiment et de leur disposition autour du compas, reste invariable à la mer. Les caps auxiliaires ζ sont indiqués sur une table à double entrée, en regard des caps z du compas, et dans la colonne verticale ayant pour argument l'angle I, dont la grandeur a été déterminée, une fois pour toutes, au départ de la traversée.

» Après avoir établi l'équation d'équilibre de l'aiguille du compas, soumise à l'action directrice de la Terre et aux forces déviatrices du navire, je démontre, en interprétant géométriquement la forme de cette équation, le théorème suivant :

» *Théorème.* — Supposons qu'on ait tracé sur une feuille de papier un cercle de rayon arbitraire, gradué en degrés; il existe toujours dans l'intérieur de ce cercle un point remarquable que j'appelle *pôle*, jouissant de la propriété suivante : si l'on place sur ce point le centre d'un rapporteur auquel on a attaché un fil, en orientant son diamètre parallèlement au diamètre du cercle passant par l'origine de la graduation, et qu'on fasse tourner le fil, en le tendant successivement sur les divisions du rapporteur qui mesurent les caps auxiliaires, le fil indiquera sur la graduation du cercle tous les caps du compas, corrigés chacun de leur déviation.

On voit de suite l'importance de ce théorème qui permet, dès qu'on a déterminé la position excentrique du pôle, de lire immédiatement sur la graduation du cercle toutes les déviations que l'on cherche, en passant par l'intermédiaire des caps auxiliaires. Le problème de la régulation se réduit donc à la détermination des deux coordonnées du pôle, par un choix d'observations convenables.

» *Alidade déviatrice.* — Ces observations nécessitent l'usage d'un instrument fort simple, l'alidade déviatrice, dont voici le principe. Lorsqu'on place, en opposant les pôles, dans la direction de l'aiguille d'un compas,

l'axe magnétique d'un aimant, et qu'on fait tourner horizontalement cet aimant, en le maintenant au moyen d'une alidade rigide à la même distance du centre de l'aiguille et toujours dirigé vers ce point, l'aiguille déviée suit ce mouvement, jusqu'à une certaine limite où elle stationne quelque temps, puis rétrograde ensuite vers sa position initiale. Elle atteint donc, dans ses déplacements, un écart *maximum* qui est le même dans les deux sens. Je démontre que :

1° Cet écart *maximum* a lieu quand l'alidade déviatrice arrive à être perpendiculaire à l'aiguille (ce qui permet de le mesurer sans tâtonnements).

» 2° Dans quelque milieu magnétique qu'on opère, au moment où l'écart *maximum* a lieu, le moment de la résultante de toutes les actions magnétiques du milieu sur l'aiguille est une constante instrumentale, qui dépend seulement de l'aiguille du compas, de l'aimant déviateur et de la distance de leurs centres.

» De ces deux démonstrations, je déduis enfin le théorème suivant, qui donne la clef de tous les problèmes sur la régulation.

» *Théorème.* — Le rapport des résultantes R et R' des forces magnétiques de la Terre et du navire, à deux caps différents, est inversement proportionnel aux sinus des écarts *maxima* ε et ε', observés à ces deux caps avec le même instrument :

$$\frac{R}{R'} = \frac{\sin \varepsilon'}{\sin \varepsilon}.$$

» En définitive, les deux seules bases de mon analyse sont :

» 1° Ce théorème si simple sur les écarts *maxima*;

» 2° Les expressions des forces déviatrices du magnétisme induit que nous devons au génie de Poisson, et qu'on peut considérer aujourd'hui comme entièrement vérifiées par les résultats qu'a donnés la formule de M. Archibald Smith, sur tous les bâtiments en fer ou blindés de tous les types.

» Cette analyse a donc une portée bien générale, étant indépendante de toute hypothèse sur le magnétisme, et elle est exacte, car elle ne procède que par calculs rigoureux et démonstrations géométriques.

Voici l'indication des problèmes nouveaux dont elle donne la solution :

» I. Lorsqu'on a en vue un point quelconque de la Terre, ou le feu d'un phare, ou un astre, on peut trouver en quelques minutes toutes les déviations du compas, en observant seulement, aux deux caps cardinaux les plus rapprochés de la route du bâtiment, un relèvement du point de repère et un écart maximum avec l'alidade déviatrice.

» II. Alors même que le navire est isolé dans l'espace, sans aucun point de repère, lorsqu'il est enveloppé par la brume, ou dans une nuit obscure, on peut trouver encore toutes les déviations du compas, en quelques minutes, en mettant successivement le cap au nord, à l'est, au sud et à l'ouest du compas, et en observant seulement, à chacun de ces caps, un écart maximum avec l'alidade déviatrice.

» III. Enfin, lorsqu'on connaît l'intensité magnétique horizontale de la Terre, à la station du départ et à la station d'arrivée, on peut trouver aux atterrages toutes les déviations du compas, en quelques minutes, et sans déranger la route du navire, en observant seulement, au cap auquel on gouverne, un relèvement du Soleil et un écart maximum avec l'alidade déviatrice. — Ce dernier problème serait particulièrement commode pour les paquebots.

» L'alidade déviatrice peut servir aussi comme instrument avertisseur, pour prévenir, par les variations brusques de l'écart maximum, des changements qui se produisent dans les déviations aux approches des terres ou des fonds magnétiques.

» Je crois devoir appeler l'attention de l'Académie sur le parti qu'on pourrait tirer de cette nouvelle méthode de régulation des compas, pour refaire très-rapidement la carte générale des déclinaisons magnétiques, aujourd'hui insuffisante, en beaucoup de points, pour les besoins de la navigation; il suffirait d'utiliser pour ce travail, sans les déranger de leurs missions, les nombreux bâtiments qui sillonnent les mers sur toute l'étendue du globe.

» En résumé, l'usage de cette méthode dans la navigation ouvrirait un vaste champ à l'étude du magnétisme terrestre, et éviterait aux marins les erreurs de route qui ont causé déjà la perte de tant de navires. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* Quatrième Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Claude Bernard.

« J'ai étudié, dans mes Notes précédentes (voir *Comptes rendus*, 1871, t. LXXIII, p. 213 et 503; 1872, t. LXXIV, p. 617), les conditions de la mort des animaux placés en vases clos, dans de l'air soumis à des pressions barométriques diverses, et qu'ils épuisaient ou viciaient graduellement. J'ai montré également ce qu'il advient lorsqu'on opère avec des mélanges gazeux plus riches en oxygène que l'air ordinaire, et signalé ce fait remar-

quable que l'oxygène, lorsqu'il est employé à peu près pur sous la pression de 4 ou 5 atmosphères, se comporte comme un poison violent.

» Ces faits, et d'autres que j'ai observés depuis, donnent la raison principale, sinon la seule, des accidents qui atteignent les animaux ou les hommes soumis à des pressions très-faibles ou très-élevées, lors même que l'air se renouvelle librement autour d'eux, sans être altéré par leur respiration.

» A. *Diminution de pression.* — Lorsqu'on soumet un animal à une dépression graduelle, il devient malade et finit par périr à des limites barométriques que j'ai indiquées dans ma première Note. Or ces souffrances et cette mort ne doivent point être attribuées, comme on le fait d'ordinaire, à la diminution même de la pression, en tant qu'agent physique troublant directement les conditions des mouvements respiratoires ou de la circulation sanguine. En voici la preuve :

» On place un moineau sous une cloche pleine d'air, et l'on diminue progressivement la pression; lorsque celle-ci n'est plus que de 25 centimètres environ, l'animal donne des signes de malaise; vers 20 centimètres, il ne peut plus se tenir sur ses pattes, et vers 18 centimètres il s'agite convulsivement, comme aux approches de la mort. On laisse alors rentrer de l'oxygène dans la cloche, on diminue de nouveau la pression, et l'on voit que la limite de 25 centimètres est franchie sans encombre, que l'oiseau commence à souffrir vers 20 centimètres seulement, et qu'on peut aller, sans menacer sa vie, jusqu'aux environs de 12 centimètres. Une troisième opération, augmentant derechef la richesse en oxygène de l'air de la cloche, permettrait de pousser plus loin encore, et j'ai pu arriver jusqu'à 6 centimètres sans faire périr immédiatement l'oiseau.

» C'est que la mort a lieu exclusivement pour cette raison, que la pression de l'oxygène du milieu respirable n'est pas suffisante pour maintenir, dans le sang de l'animal, la quantité d'oxygène qu'exige l'accomplissement des phénomènes vitaux : il périt ainsi, véritablement asphyxié, au milieu d'un air pur.

» B. *Augmentation de pression.* — J'ai pu, depuis ma dernière Communication à l'Académie, faire des expériences dans des récipients de verre supportant la pression de 25 atmosphères. J'ai vu alors mes prévisions se réaliser, et les moineaux soumis à la pression de 20 atmosphères d'air périr rapidement, en présentant les violentes convulsions caractéristiques de l'empoisonnement par l'oxygène, gaz dont on ne pouvait, cette fois, suspecter la pureté.

» C'est bien à l'action toxique de l'oxygène qu'il faut attribuer la mort, et non à la pression en elle-même. Si, en effet, on se contente de soumettre un moineau à 3 atmosphères d'air et qu'on ajoute ensuite 20 atmosphères d'azote, on voit l'animal périr lentement, sans convulsions, empoisonné par l'acide carbonique qu'il a formé dans ce milieu confiné.

» Les convulsions dues à l'empoisonnement par l'oxygène ne commencent à apparaître dans l'air comprimé qu'à 15 ou 16 atmosphères; à ce moment, la pression de l'oxygène de l'air ($15 \times 21 = 315$) correspond environ à celle d'un milieu d'oxygène pur comprimé à 3 atmosphères, et c'est dans ces circonstances que les convulsions se manifestent avec l'air suroxygéné, ainsi que je l'ai dit dans ma Note du 26 février 1872.

» Mais, si les accidents convulsifs n'apparaissent qu'à ces hautes pressions, il n'en est pas moins vrai que l'oxygène agit d'une manière funeste à des pressions beaucoup moins élevées; et voici comment on peut le prouver :

» J'ai posé en règle générale que, lorsqu'un animal est maintenu dans l'air confiné sous des pressions supérieures à la pression normale, il meurt lorsqu'il a formé une proportion centésimale d'acide carbonique telle, que, multipliée par le chiffre des atmosphères, elle égale un nombre constant. Or cette loi, tirée d'expériences faites à d'assez faibles augmentations de pression, devient rapidement inexacte pour des pressions élevées.

» Prenons des chiffres en exemple : dans les conditions réalisées par mon nouveau récipient, ce produit, pour les moineaux, est d'environ 24. Or, déjà à 6 atmosphères, il s'abaisse à 21; à 9 atmosphères, il n'est plus que 18; à 12, que 15; à 15, que 11; à 17, que 9,5. Mais si, au lieu d'employer l'air ordinaire, on emploie, pour faire la pression, un mélange très-peu oxygéné, on trouve, par exemple, à 12 et même à 22 atmosphères, le nombre constant 24.

Ainsi, dès 6 atmosphères, l'influence toxique de l'oxygène vient s'ajouter à celle de l'acide carbonique ambiant, et ne permet pas à l'animal de vivre assez longtemps pour produire la proportion de ce dernier gaz, qui suffirait, elle seule, à le tuer.

» Si donc on considère le cas d'animaux ou d'hommes maintenus dans de l'air comprimé, mais renouvelé avec une rapidité suffisante pour que la proportion de l'acide carbonique devienne tout à fait négligeable, on doit s'attendre à voir survenir des accidents dont il faudra reporter la cause à l'action toxique de l'oxygène. Et si, dans les expériences dont je viens de parler, expériences violentes, brutales, pourrait-on dire, cette action se

manifeste clairement à partir de 6 atmosphères, il est bien évident que lorsqu'il s'agit d'hommes et de conditions expérimentales prolongées, elle doit apparaître à des pressions beaucoup plus basses. De là des conséquences dont les unes peuvent être bienfaisantes et utilisées par la Thérapeutique, dont les autres peuvent être nuisibles et redoutées dans certaines industries.

» A mes yeux, le bénéfice incontestable que tire la Médecine, dans certains cas, des bains d'air comprimé, et, d'autre part, les accidents signalés chez les ouvriers qui travaillent dans les mines, aux piles de pont, dans les cloches à plongeurs, sont dus, pour la plus grande partie, à l'introduction dans le sang d'une quantité d'oxygène plus grande qu'à l'état normal, et il en est de l'oxygène comme de tant d'autres poisons, dont les faibles doses sont médicamenteuses.

» Je laisse ici de côté, cela est évident, les accidents dus aux modifications brusques dans la pression, accidents sur l'origine desquels j'ai déjà constaté des faits curieux dont j'entretiendrai bientôt l'Académie.

» *Conséquences pratiques.* — Il résulte de tout ceci que l'influence exercée par les modifications dans la pression barométrique (lorsqu'il ne s'agit pas d'air confiné) se ramène exclusivement à l'influence de l'oxygène du milieu ambiant : à de trop basses pressions, asphyxie; à de trop hautes pressions, empoisonnement.

Or la pression de cet oxygène extérieur, d'où résulte la proportion de l'oxygène intérieur contenu dans le sang, dépend de deux facteurs : la proportion centésimale et la pression barométrique. On pourra donc conjurer les dangers que fait courir celle-ci en modifiant inversement celle-là, et c'est ce que montrent déjà les expériences rapportées ci-dessus.

» Si donc les *aéronautes*, qu'arrête dans leur course verticale non la force ascensionnelle du ballon, mais la possibilité de vivre, veulent monter plus haut qu'ils n'ont fait jusqu'ici, ils le pourront, à la condition d'emporter avec eux un ballon plein d'oxygène, auquel ils auront recours lorsqu'ils souffriront trop de la raréfaction de l'air. Les agencements mécaniques qu'il faudra mettre en œuvre pour respirer commodément cet oxygène ne seront rien moins que difficiles à imaginer.

» Les expériences que j'ai relatées montrent que vraisemblablement les aéronautes arriveront de la sorte à dépasser la limite, actuellement infranchissable, d'une hauteur correspondant à au moins 10 centimètres de mercure, hauteur qu'on ne peut évaluer à moins de 2 kilomètres.

» En sens inverse, les *industries* qui soumettent les ouvriers à hautes pressions seront arrêtées par les souffrances et la mort de ces ouvriers,

si elles veulent aller au delà de 5 ou 6 atmosphères (pressions que l'on sera entraîné à dépasser pour la pêche des perles, les sauvetages sous-marins, etc.). Mais elles verront les obstacles disparaître si leurs machines soufflantes lancent, au lieu d'air pur, un mélange d'air et d'azote calculé de manière que la pression de l'oxygène ne dépasse pas un niveau suffisamment bas. Certes, ces procédés seront coûteux, mais cependant les appareils Tessié du Motay, exclusivement employés jusqu'ici à la production de l'oxygène, pourraient fournir de l'azote à un prix relativement minime. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les expériences de* M. O. Liebreich, *tendant à prouver que la strychnine est l'antidote du chloral.* Troisième Note de **M. Oré**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai établi, dans ma précédente Note : 1° que l'injection sous-cutanée de *quatre* grammes de chloral constitue une dose *fatalement mortelle* pour les lapins du poids de 2 kilogrammes; 2° que si, les effets du chloral une fois produits, on injecte dans le tissu cellulaire $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine (dose non mortelle pour des lapins de 2 kilogrammes), ou 2 milligrammes (dose mortelle), la strychnine ne modifie en rien les effets toxiques du chloral et ne donne lieu à aucun phénomène prouvant qu'elle ait été absorbée. Malgré les expériences si précises qui établissent ces deux faits, je ne me suis pas hâté de conclure, contrairement à M. O. Liebreich, que la strychnine n'est pas l'antidote du chloral. J'ai voulu, pour lever tous les doutes à ce sujet, opposer à l'action toxique de *quatre* grammes de chloral des doses successivement croissantes de strychnine. Tel est le but de cette troisième Communication.

» *Première expérience.* — J'ai injecté *quatre* grammes de chloral à un lapin du poids de $2^k,200$.

» Douze minutes après (heure de l'expérience, $2^h 13^m$), j'ai pu constater les premiers phénomènes caractéristiques : tendance au sommeil, affaiblissement du train postérieur, titubation, pas de trouble de la sensibilité.

» $2^h 55^m$. Sommeil profond; la paralysie musculaire est complète; le nombre des respirations, qui, au début, était de 54, est tombé à 45 par minute. Température, 37 degrés. La sensibilité persiste, quoique affaiblie; elle est surtout manifeste à l'extrémité des oreilles (caractère constant).

» A ce moment, injection sous-cutanée de $2\frac{1}{2}$ milligrammes de strychnine.

» $3^h 50^m$. Aucun phénomène attribuable à la strychnine ne s'est encore montré *sponta-*

nément; mais, si l'on frappe un coup violent sur la table où l'animal est couché, on constate des contractions générales qui cessent aussitôt.

» $4^h 10^m$. Sommeil continu, relâchement musculaire absolu, 42 respirations. Température, 35 degrés.

» $5^h 25^m$. 40 respirations. Température, 34 degrés. Aucun phénomène spontané n'indique la présence de l'alcaloïde. Toutefois, quand l'animal se soulève, si je le laisse retomber violemment, il se produit un soubresaut général qui n'a pas de durée.

» 8 heures. Le lapin vit encore. Température, 31 degrés. 11 respirations. Aucun signe de l'intoxication strychnique ne se manifeste, sauf une certaine rigidité dans le train postérieur; l'insensibilité est absolue; battements du cœur à peine perceptibles. L'animal succombe à 10 heures du soir.

» Examen cadavérique : Traitées par le biiodure de potassium et la décoction de noix de galle, les urines ne donnent aucun précipité; elles donnent, au contraire, avec l'azotate d'argent, un précipité blanc, soluble dans l'ammoniaque (chlorure).

» La décoction de foie et de rate donne, avec le biiodure de potassium, un précipité granuleux caractéristique de la présence d'un alcaloïde; avec la décoction de noix de galle, un précipité blanc.

» *Deuxième expérience.* — Lapin pesant 2 kilogrammes. $2^h 12^m$, injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral. $2^h 30^m$, apparition des premiers phénomènes. $2^h 47^m$, l'action du chloral étant bien accentuée, injection, dans le tissu cellulaire, de *trois* milligrammes de strychnine.

» $3^h 5^m$. Sommeil profond. 42 respirations. Température, 37 degrés. Aucun symptôme *spontané*, indiquant l'absorption de la strychnine, ne s'est encore manifesté; mais, comme dans la précédente expérience, un coup violent porté sur la table où l'animal est couché détermine une convulsion générale qui ne fait que paraître et disparaître, sans troubler en rien les conditions où l'animal se trouve avant la convulsion.

» $3^h 8^m$. J'introduis le thermomètre dans la bouche pour apprécier la température. Le contact que je suis obligé d'exercer *détermine une crise tétanique bien tranchée qui dure quelques secondes.*

» $3^h 40^m$. Le bruit produit par une planche qu'un lapin a fait tomber provoque une crise absolument semblable à la précédente, puis l'animal retombe dans le sommeil.

» J'ai fait alors recueillir les gaz de la respiration, à l'aide d'un aspirateur en caoutchouc. Ils ont troublé une solution d'azotate d'argent dans laquelle ils barbotent. Ce précipité est soluble dans l'ammoniaque.

» $7^h 15^m$. La température est descendue à 31 degrés. Le corps est froid au toucher. 17 respirations, battements du cœur à peine sensibles; l'insensibilité générale est absolue. L'animal succombe vers *neuf* heures du soir.

» En somme, les phénomènes observés pendant cette expérience offrent la plus grande analogie avec ceux qu'a présentés l'expérience précédente. Je ferai remarquer cependant que les symptômes dus à l'absorption de la strychnine, quoique n'ayant jamais eu un *caractère spontané*, m'ont paru plus accentués.

» *Troisième expérience.* — Lapin pesant $1^k,900$. A $2^h 7^m$, injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral. $2^h 18^m$, sommeil chloralique, relâchement musculaire, persistance de

la sensibilité. Température, 38 degrés. 57 respirations. Injection de *quatre* milligrammes de strychnine.

» $2^h 25^m$. Un coup violent frappé sur la table détermine de légères contractions générales. A part ce phénomène, rien n'indique l'absorption de la strychnine.

» $2^h 35^m$. Le moindre bruit, une parole un peu élevée, provoque des crises tétaniques très-manifestes.

» $2^h 45^m$. Température, 39 degrés. La respiration est accélérée, on n'observe encore aucun symptôme strychnique *spontané*.

» $2^h 56^m$. Convulsion tétanique *spontanée*, qui dure une minute, puis cesse, pour recommencer à 3 heures.

» $3^h 10^m$. Convulsions *saccadées* et *spontanées* du diaphragme, respiration très-rapide et bruyante.

» $3^h 15^m$. La respiration devient anxieuse, difficile, et se ralentit. Le bruit, même très-violent, et les coups donnés sur la table ne lui occasionnent plus de convulsions tétaniques. La sensibilité, quoique très-émoussée, persiste cependant. Température descendue à 37 degrés. L'animal régurgite une certaine quantité de liquide incolore.

» $3^h 25^m$. L'excitabilité musculaire reparaît. Si l'on frappe légèrement sur une partie quelconque du corps de l'animal, on provoque des convulsions de très-courte durée. Les battements cardiaques sont très-irréguliers, la respiration l'est également.

» 4 heures. Température descendue à 35 degrés. Respiration lente et saccadée.

» 7 heures. Ralentissement de la respiration, 9 inspirations par minute. Température, 32 degrés. L'insensibilité est complète partout.

» $7^h 30^m$. Le thermomètre est fixe à 31 degrés. 8 respirations par minute. L'animal est froid au toucher. Les mouvements réflexes dus à la strychnine n'ont cependant pas disparu complétement, car, si l'on frappe un coup violent sur la table, il éprouve encore des contractions caractéristiques, mais faibles.

» 8 heures. L'animal succombe.

» Les urines analysées donnent, avec l'azotate d'argent, un précipité abondant soluble dans l'ammoniaque; avec le bi-iodure de potassium, un précipité marron granuleux; avec la décoction de tannin, un précipité blanc abondant.

» La décoction de foie et de rate donne les mêmes précipités avec le biiodure de potassium et la décoction de tannin.

» *Quatrième expérience.* — Lapin pesant $2^k,200$. $2^h 45^m$, injection de 4 grammes de chloral. $2^h 45^m$, phénomènes chloraliques très-accentués; injection de *cinq* milligrammes de strychnine.

» $3^h 53^m$. Sommeil profond, respiration régulière (24). Température, 35 degrés. Le moindre bruit provoque des contractions générales. Il en est de même si l'on pince les oreilles ou si l'on frappe un coup sur la tête.

» $4^h 25^m$. Une certaine rigidité se montre dans le train postérieur, mais l'animal n'a *pas de crises tétaniques spontanées;* j'ajoute que, contrairement à ce qui s'est passé dans la précédente expérience, *il n'en a jamais eu.*

» A partir de ce moment, la respiration devient de plus en plus lente, et la température s'abaisse avec rapidité.

» A 5 heures du soir, le thermomètre marque 32 degrés. Le nombre des inspirations est de 7 par minute.

» L'animal a succombé vers $7^h 30^m$.

» S'il est impossible de nier l'action de la strychnine dans ces dernières expériences, mais surtout dans la troisième, il est juste d'ajouter que non-seulement cette action n'a pas neutralisé celle du chloral, mais qu'elle a, au contraire, précipité le résultat final, c'est-à-dire la mort de l'animal.

» *Conclusions.* — 1° Si l'on injecte de la strychnine à dose faible et non toxique ($1\frac{1}{2}$ milligramme), ou à dose plus élevée et toxique (2 milligrammes, $2\frac{1}{2}$ milligrammes, 3 milligrammes), enfin à dose plus élevée encore (4 et 5 milligrammes), pour combattre les effets déterminés, chez des lapins du poids de 2 kilogrammes environ, par une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral (dose toujours mortelle), la strychnine ne modifie aucunement l'action de cette dernière substance, et les animaux succombent d'autant plus vite que la dose de l'alcaloïde est plus élevée.

» 2° La strychnine, contrairement à l'opinion de M. O. Liebreich, n'est donc pas l'antidote du chloral.

» 3° Cette opinion de M. O. Liebreich repose sur un vice d'expérimentation, que je crois avoir surabondamment démontré. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les phénomènes météorologiques qui ont suivi l'aurore australe du 4 février 1872, à l'île de la Réunion.* Extrait d'une Lettre de **M. Vinson** à M. le général Morin.

« ... Vous me demandez, mon cher général, des renseignements sur les perturbations atmosphériques qui ont suivi l'apparition de l'aurore australe du 4 février 1872. Je n'y rattacherai pas les cyclones habituels, qui, naissant de l'équateur, sont, dans cette saison de l'hivernage, toujours poussés vers nous et qui passent tantôt sur nous, tantôt à côté de nous. Cette fois, deux de ces météores ont passé dans le nord de l'île de la Réunion : l'un d'eux surtout nous a frôlés de bien près. Il marchait vers nous depuis plusieurs jours et l'on sentait son approche par la baisse croissante du baromètre. Un jour, vers trois heures de l'après-midi, la pression devient extrême; on pense que le tourbillon va passer sur l'île, quand tout à coup le baromètre se relève et remonte avec une rapidité qui étonne. C'est que le météore, après s'être avancé sur l'île, et à une vingtaine de lieues, s'en éloignait rapidement, en obliquant du nord vers le sud. Vous savez que le cyclone (autrefois l'ouragan) est un vaste tourbillon animé de deux

mouvements, l'un de rotation dans le sens des aiguilles d'une montre, et l'autre de translation. Il y a, dans ce tourbillon, un centre toujours funeste à son passage et deux côtés que l'on désigne sous le nom de cercles : *le cercle dangereux* et *le cercle maniable*. Par la direction du vent, on établit de suite et d'une façon infaillible : 1° la marche du cyclone; 2° la situation du centre; 3° celle du côté dangereux; 4° celle du côté maniable. Ces données étant connues, toute la science nautique consiste alors à s'éloigner du centre, à prendre le côté maniable, à fuir par conséquent le côté dangereux et à suivre latéralement une marche inverse à celle du météore, de façon à éviter le danger par l'éloignement. Voyez combien cette science est utile et certaine : tous les navires français qui ont déradé pour prendre la pleine mer, parfaitement instruits de ces règles, sont revenus au mouillage; deux navires anglais, *la Louisa* et *la Florina*, de 1,200 tonneaux, dont les officiers ne connaissaient pas ces lois, ont sombré en pleine mer; l'un d'eux, le dernier, avait à son bord treize journaliers, pères de famille, qui étaient à décharger du guano quand il a fallu appareiller : aucun n'a reparu, et l'ignorance a été la cause d'un tel désastre. La malle d'Europe arrivait dans ce même instant : son commandant, bien instruit, averti par sa propre expérience du passage et de l'approche du cyclone, stoppa, suspendit la marche de son steamer, laissa passer le météore entre l'île de la Réunion et son navire; et, quand il fut bien assuré que le cyclone était passé, il parut le premier sur la rade de Saint-Denis, au milieu de la brume et de la mer encore émue par les derniers troubles de l'atmosphère, qui se remit vite, car quelques heures après nous étions en possession de vos lettres et des journaux d'Europe. Quant aux navires *Louisa* et *Florina*, on apprit bien vite leur sinistre, car un navire français, *Nelly*, passant quelques heures après sur le point délaissé par le cyclone, navigua pendant deux heures au milieu des épaves des deux navires anglais, dont il reconnut parfaitement les débris.

» Voici des faits qui dérivent plus directement de l'influence de l'aurore australe que je vous ai décrite et qui s'est montrée si splendidement dans notre ciel : depuis plus de dix ans, nous n'avions plus d'orages. On attribuait même à ce défaut d'électricité en action le déchet de nos récoltes et, partant, la misère publique dans notre colonie. Il semble que, depuis cette aurore, notre électricité nous ait été rendue comme aux jours d'autrefois; car, dès le 8 février, un violent orage éclatait sur toute l'île, et au Bas-Panou la foudre tombée sur la ligne télégraphique brisait deux poteaux qui supportaient le fil conducteur. En mars, avril et mai, presque aux

dates correspondantes, des phénomènes électriques d'une grande intensité se sont reproduits pour nos îles. De la répétition de pareils faits, en divers lieux, ne pourrait-on pas conclure que les aurores austro-boréales d'une telle étendue et d'une si grande intensité sont plus que des orages magnétiques, — nom qui devrait rester aux phénomènes de ce genre purement locaux et restreints, — mais que de tels météores, si généraux, si solennels, sont de vrais *ouragans magnétiques*, pendant lesquels, par ses deux pôles à la fois, la masse terrestre fait à l'atmosphère la restitution de l'électricité qui doit équilibrer leurs forces respectives? Je pose, devant cette hypothèse, un point d'interrogation. »

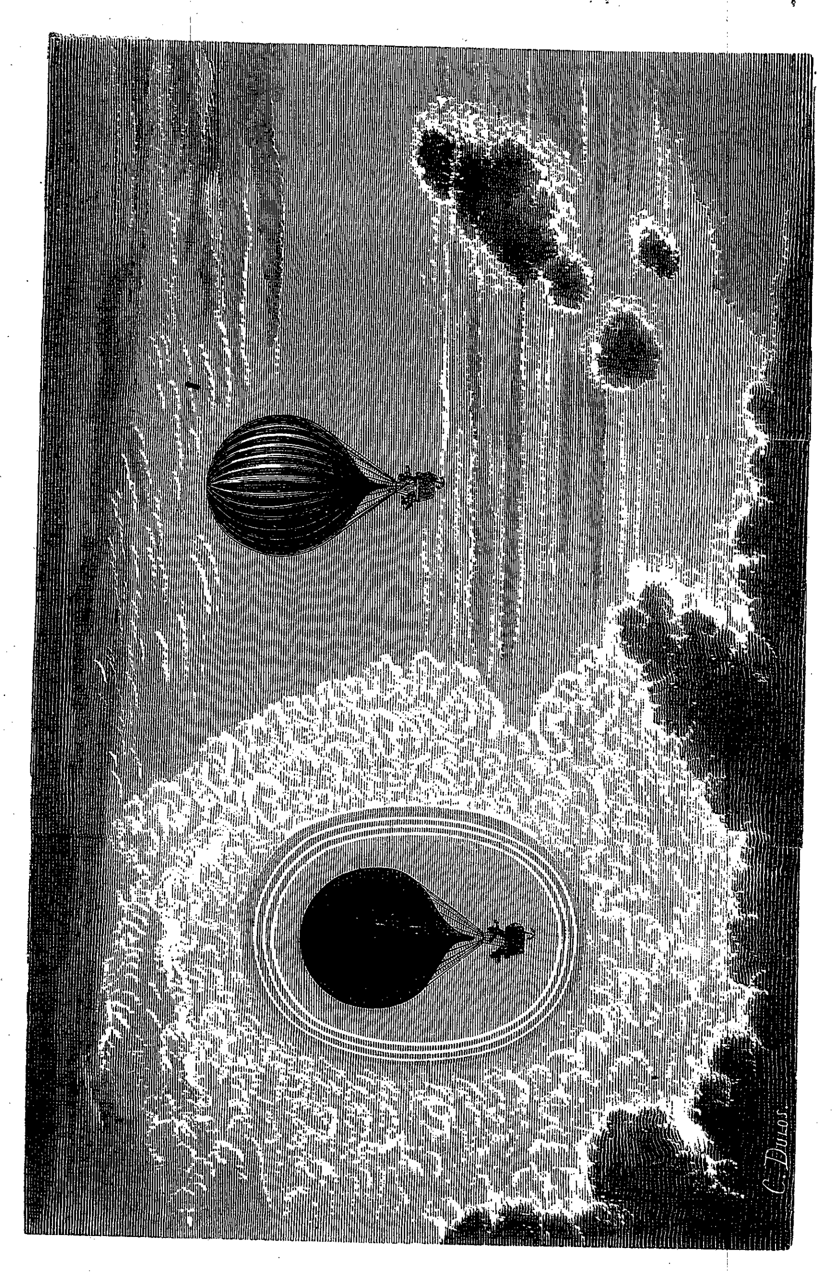
PHYSIQUE. — *Phénomène d'optique observé dans une ascension aérostatique; par* **M. G. Tissandier.**

« Pendant le voyage en ballon que j'ai exécuté, le 8 juin dernier, avec M. le contre-amiral Roussin, un remarquable phénomène d'optique, analogue au *spectre d'Ulloa*, s'est offert à nos yeux.

A 5h35m du soir, l'aérostat avait dépassé les beaux cumulus blancs qui s'étendaient horizontalement dans l'atmosphère à 1 900 mètres d'altitude. Le soleil était ardent, et la dilatation du gaz déterminait notre ascension vers des régions plus élevées, que je ne pouvais atteindre sans danger, n'ayant pour la descente qu'une faible provision de lest. Je donne quelques coups de soupape, pour revenir à des niveaux inférieurs. A ce moment, nous planons au-dessus d'un vaste nuage; le soleil y projette l'ombre assez confuse de l'aérostat, qui nous apparaît entourée d'une auréole aux sept couleurs de l'arc-en-ciel. A peine avons-nous le temps de considérer ce premier phénomène, que nous descendons de 50 mètres environ. Nous passons alors tout à côté du cumulus qui s'étend près de notre nacelle et forme un écran d'une blancheur éblouissante, dont la hauteur n'a certainement pas moins de 70 à 80 mètres.

» L'ombre du ballon s'y découpe, cette fois, en une grande tache noire, et s'y projette à peu près en vraie grandeur. Les moindres détails de la nacelle, l'ancre, les cordages, sont dessinés avec la netteté des ombres chinoises. Nos silhouettes ressortent avec régularité sur le fond argenté du nuage; nous levons les bras, et nos Sosies lèvent les bras. L'ombre de l'aérostat est entourée d'une auréole elliptique assez pâle, mais où les sept couleurs du spectre apparaissent visiblement, en zones concentriques (*voir* la figure ci-contre). La température était à 14 degrés centigrades

environ; l'altitude, de 1900 mètres. Le ciel était très-pur et le soleil très-vif. Le nuage sur la paroi verticale duquel l'apparition s'est produite,



avait un volume considérable et ressemblait à un grand bloc de neige en pleine lumière. Nous étions nous-mêmes entourés d'une certaine né-

bulosité, car la Terre ne s'entrevoyait plus que sous un brouillard indécis.

» Des observations analogues ont été faites plusieurs fois déjà par quelques aéronautes; mais je ne crois pas que l'on ait jamais vu, jusqu'ici, l'ombre d'un ballon se découper sur un nuage avec une intensité telle, qu'on eût dit un effet de lumière électrique. Le spectacle qu'il nous a été donné de contempler était vraiment saisissant, et ce genre de spectre aérostatique doit être certainement considéré comme une des plus belles scènes aériennes qui puisse s'offrir au voyageur en ballon. La présence d'une auréole autour de l'ombre complète ce tableau étrange; elle trouve son explication, comme on l'a indiqué avant nous, dans les faits décrits par les physiciens sur les franges irisées.

» Dans notre ascension du 8 juin, le départ a eu lieu de l'usine de M. Flaud, près du Champ-de-Mars. Le ballon était gonflé d'hydrogène pur, au moyen d'un appareil construit par M. H. Giffard, qui est parvenu à décomposer la vapeur d'eau par du minerai de fer, préalablement réduit par l'oxyde de carbone. Le minerai, oxydé de nouveau après avoir isolé l'hydrogène de l'eau, est réduit une seconde fois par l'oxyde de carbone, et ainsi de suite alternativement. C'est grâce à M. H. Giffard qu'il nous est possible de continuer les études météorologiques en ballon que nous poursuivons depuis quatre ans.

» Notre descente, après une heure cinq minutes de voyage, s'est opérée au delà de Chantilly, près de la gare de Saint-Firmin, à 45 kilomètres de Paris. On voit, d'après ce trajet, que le vent soufflait du sud-sud-ouest, avec une vitesse de plus de 12 mètres à la seconde. La direction des courants aériens avait brusquement tourné; les jours précédents, le vent oscillait entre le nord-est et le nord-ouest. C'est ainsi que, dans quatre ascensions exécutées antérieurement, depuis le 29 mai, par nous et par d'autres aéronautes, l'aérostat a chaque fois touché terre vers le sud de Paris. »

AÉROSTATION. — *Sur quelques observations faites pendant les ascensions de l'aérostat* la Lea; *par* **M. W. de Fonvielle.**

« L'Académie ayant bien voulu donner place, dans ses *Comptes rendus*, à l'explication que j'ai proposée, pour rendre compte de l'apparition de l'auréole aperçue par plusieurs aéronautes dans le voisinage d'un écran de nuages, j'ai cherché à populariser cette théorie. J'ai donc fait exécuter par MM. Molteni trois dessins sur verre que j'ai l'honneur de mettre sous

les yeux de l'Académie, et qui représentent les formes principales du phénomène. Je ne serais point revenu sur ces observations, si MM. le contre-amiral Roussin et G. Tissandier n'avaient aperçu deux de ces phases se succédant l'une à l'autre dans leur ascension exécutée à bord de la *Lea*.

» L'honneur d'avoir aperçu le premier une auréole autour de l'ombre du ballon appartient à M. Glaisher, directeur des observations météorologiques de Greenwich, et collaborateur de MM. G. Tissandier, Flammarion et W. de Fonvielle, dans les *Voyages aériens*. En effet, ce savant a signalé l'auréole des aéronautes dans les *Reports* de l'Association britannique, il y a près de dix ans, mais il a omis de faire mention de cette circonstance dans le récit qu'il a écrit pour les *Voyages aériens*.

» C'est en comparant le récit de M. Flammarion et le mien avec les notes des *Reports*, que je suis parvenu à faire un tout de ces trois apparitions, ainsi que des autres cas signalés par M. Glaisher dans les *Reports*. Mais pour reconnaître qu'il s'agissait en effet d'un même phénomène vu à différentes distances de l'écran, j'ai dû rectifier les chromolithographies qui avaient été publiées par M. Flammarion et par moi, et qui figurent dans l'exemplaire dont j'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie. Les erreurs que nous avons commises l'un et l'autre montrent avec quel soin il faut contrôler ses impressions aériennes. Elles ne s'expliquent que trop par la surprise que nous avons éprouvée, en nous trouvant en face d'un phénomène si curieux dont l'existence ne nous avait point été signalée.

» Je n'ai pu vérifier moi-même la légitimité de mes inductions dans l'ascension que j'ai exécutée quelques jours avant celle du contre-amiral Roussin. *La Lea* n'ayant que 430 mètres cubes, nous n'avons pas cru prudent de nous élever à plus de 2500 mètres, et les nuages planaient à une altitude d'au moins 3000 mètres. Ils étaient du reste disjoints, et ils ne se seraient que très-difficilement prêtés à nous servir d'écran, de sorte que le résultat de cette tentative eût été très-douteux.

» Le but de cette excursion aérienne, dans laquelle *la Lea* était conduite par M. Jules Godard, était d'étudier la rotation du ballon; mais, à ma grande surprise, *la Lea* ne s'est pas mise en rotation, quoique nous ayons exécuté quatre ascensions partielles pendant le cours de l'excursion et que notre altitude ait varié quatre fois, de 2500 mètres à 400 mètres. J'attribue cette absence totale de rotation à la parfaite régularité du gonflement et à l'uniformité remarquable avec laquelle toute la colonne d'air, depuis le sol jusqu'aux nuages, marchait dans la direction du sud magnétique.

» Nous n'avons pu déterminer la rotation à se produire, quoique M. Jules Godard ait imprimé intentionnellement d'assez vives oscillations à la nacelle et par conséquent au ballon. Ce fait tend à prouver qu'une simple rupture d'équilibre ne peut suffire pour déterminer la rotation de l'aérostat, comme M. Janssen semble l'avoir supposé. Je crois que l'établissement d'un plan d'oscillation était, au contraire, un obstacle à la rotation, ainsi que je l'ai indiqué dans mes Communications de l'an dernier. Je suis confirmé dans cette manière de voir par une observation que j'ai faite fortuitement jeudi dernier, lors d'une nouvelle ascension de *la Lea*, conduite encore par M. Jules Godard, et ayant à son bord M. Lissajous. MM. Giffard, Flaud, etc., étaient présents.

» Le vent qui régnait à terre soufflait par raffales, de sorte que le ballon alla frapper avec une assez grande violence contre le toit d'un atelier. Recevant une impulsion qui ne passait point par son centre de gravité, le mobile aérien se mit à vibrer autour de ce point qui se déplaçait lui-même avec une vitesse d'environ 10 mètres par seconde. Ses vibrations étaient sensiblement isochrones. J'évaluerai leur amplitude initiale à une douzaine de degrés, et leur durée individuelle à quatre secondes de temps. Aussi longtemps que l'aérostat fut visible, il parut à tous les spectateurs d'une immobilité remarquable autour de son axe de figure, comme si le plan de vibration se déplaçait parallèlement à lui-même. La rotation sembla supprimée d'une façon radicale, quoique l'air fût agité par une série de courants irréguliers, dont le choc du départ donnait une preuve sensible. Ces expériences dynamiques sont, du reste, susceptibles d'être variées et observées avec beaucoup de précision. En opérant d'une façon systématique, on arrivera incontestablement à éclairer beaucoup de points obscurs de la théorie des mouvements aériens. La multiplication des ascensions, conséquence forcée du grand progrès que M. Giffard a réalisé dans la préparation du gaz hydrogène, fournira certainement bien des remarques utiles à ce point de vue. »

M. Vinot adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Delaunay, une carte céleste, à partie mobile, disposée de manière à représenter la portion du ciel située au-dessus de l'horizon de Paris, pour un jour quelconque de l'année, et pour une heure quelconque de ce jour. »

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er juillet 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Description géologique, minéralogique et agronomique du département du Gers; par M. E. JACQUOT. 1re Partie : *Description géologique.* Paris, 1870; in-8°, avec une carte grand aigle.

Fondements d'une Géométrie supérieure cartésienne; par M. F. FOLIE. Bruxelles, 1872; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Troisième Mémoire sur la série de Lagrange; par M. F. CHIÒ, professeur à l'Université de Turin. Résumé fait par l'auteur. Turin, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Étude sur les hôpitaux-baraques, par E. JAEGER *et* E. SABOURAND; *précédée de considérations sur l'utilité et les avantages qu'ils présentent au point de vue hygiénique; par* le Dr ANCEL-MARVAUD. Paris, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Métaphysique et mysticisme. Analyse de la vie éternelle et universelle. Religion, symbole et trinité de l'auteur du Germanisme; *par* A. GERMA. Toulouse, 1872; br. in-8°.

Mémoire sur les lacs et les tourbières des Vosges; par M. Ch. GRAD. Épinal, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société d'émulation des Vosges,* t. XIV.)

Préservation de la pierre de l'action dégradante des cryptogames par l'emploi du deutoxyde ou des sels de cuivre; par le Dr Eug. ROBERT. Paris, 1869; opuscule in-8°. (Extrait du journal *les Mondes.*)

La laiterie. Art de traiter le lait, de fabriquer le beurre et les principaux fromages français et étrangers; par A.-F. POURIAU. Paris, 1872; in-12.

Description d'un météorographe imprimeur construit aux frais du gouverne-

ment suédois; par le D[r] A.-G. THEORELL. Stockholm, 1872; in-4°, avec 3 planches.

Eclisse totale del Sole del 22 decembre 1870. *Osservazioni meteoriche e magnetiche eseguite in Terranova di Sicilia, relazione di* D.-E. DIAMILLA-MULLER *e* L. SERRA. Milano, 1872; in-4°.

Effetti del moto ondoso allegati nella Geografia fisica del mare e sua meteorologia, scritta dal MAURY, tradotta dal GATTA. *Lettera del comm.* A. CIALDI *al direttore della* Revistà marittima. Roma, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. de Tessan.)

ERRATA.

(Séance du 17 juin 1872.)

Page 1512, ligne 11, *au lieu de* Z^2, *lisez* z^2.

» ligne 13, *au lieu de* $\sin^3\mu$, *lisez* $\sin^2\mu$.

» ligne 17, *au lieu de* $\frac{\mu D^2}{4}$, *lisez* $\frac{\pi D^2}{4}$.

Page 1513, ligne 2, *au lieu de* $\Pi(\lambda)\lambda^2$, *lisez* $\Pi(\lambda)\lambda^2 d\lambda$.

» ligne 10, *au lieu de* pas, *lisez* que.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — JUIN 1872.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES ANCIENS. Salle méridienne.			THERMOMÈTRES NOUVEAUX. Terrasse du jardin.			TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air		TEMPÉRATURE MOYENNE du sol			THERMOMÈTRES dans le vide (T − t) (1).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.	à 13^m,7.	à 33^m,0.	à 0^m,02.	à 0^m,10.	à 0^m,30.					
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	759,0	9,8	14,7	12,2	9,4	16,7	13,0	»	»	13,59	13,80	14,14	1,7	7,43	74	»	6,5
2	756,7	7,5	16,2	11,8	6,0	16,8	11,4	»	»	13,40	13,27	13,56	2,2	8,39	76	»	4,5
3	752,4	10,5	17,3	13,9	10,0	19,7	14,8	»	»	14,43	14,04	13,71	5,7	8,45	74	»	10,0
4	756,5	8,5	13,8	11,1	7,7	16,4	12,0	»	»	14,17	13,97	13,97	6,1	7,89	74	»	10,0
5	759,7	9,6	16,3	12,9	8,8	17,6	13,2	»	»	13,67	13,62	13,78	4,1	8,27	72	»	10,0
6	755,8	10,2	20,4	15,3	8,8	22,4	15,6	»	»	14,82	14,13	13,88	2,6	11,03	82	»	3,5
7	753,7	8,7	16,8	12,7	7,6	18,4	13,0	»	»	14,74	14,45	14,30	9,6	7,71	70	»	11,0
8	754,2	8,2	18,4	13,3	7,5	20,3	13,9	»	»	14,46	14,26	14,23	7,2	8,07	63	»	10,0
9	749,2	8,4	19,9	14,1	7,5	20,8	14,1	»	»	14,49	14,19	14,17	4,9	9,57	77	»	9,0
10	750,5	9,7	16,4	13,0	9,2	17,8	13,5	»	»	14,29	14,17	14,22	4,2	7,93	73	»	11,5
11	752,8	10,1	15,6	12,8	9,2	16,1	12,6	»	»	14,27	14,12	14,10	1,7	10,22	88	»	7,5
12	755,3	12,5	17,9	15,2	12,2	18,5	15,3	»	»	14,81	14,45	14,13	1,9	10,89	83	»	»
13	755,6	14,0	19,7	16,8	13,7	21,2	17,4	»	»	16,23	15,58	14,66	3,0	11,25	78	»	»
14	758,3	12,8	22,9	17,8	11,2	24,6	17,9	»	»	16,67	16,08	15,22	6,7	11,56	71	»	0,5
15	761,4	14,0	26,3	20,1	12,5	28,7	20,6	»	»	17,64	16,90	15,79	7,2	13,06	68	»	1,5
16	763,4	16,3	27,9	22,1	14,6	29,3	21,9	»	»	19,29	18,15	16,61	6,1	13,57	59	»	0,5
17	760,3	17,7	27,7	22,7	18,0	29,1	23,5	»	»	20,14	19,17	17,51	7,0	12,81	56	»	0,0
18	755,7	18,5	29,4	23,9	17,5	31,0	24,2	»	»	20,74	19,76	18,17	5,6	15,09	65	»	»
19	(2)752,3	18,3	29,4	23,8	16,6	30,4	23,5	»	»	20,68	19,91	18,66	4,2	13,29	69	»	»
20	755,9	16,0	21,4	18,7	15,5	23,7	19,6	»	»	19,43	19,33	18,75	2,9	10,64	72	»	»
21	759,1	11,2	23,2	17,2	10,3	24,2	17,2	»	»	19,03	18,50	18,12	5,9	11,99	70	»	»
22	759,0	14,5	20,8	17,6	14,3	22,2	18,2	»	»	18,32	18,37	18,07	3,2	9,72	70	»	»
23	758,9	12,0	23,4	17,7	9,9	24,5	17,2	»	»	18,18	17,78	17,65	7,7	10,37	62	»	»
24	752,5	15,9	28,4	22,1	14,2	30,8	22,5	»	»	19,82	18,97	17,94	5,3	14,85	70	»	»
25	750,9	17,2	24,5	20,8	16,6	25,4	21,0	»	»	19,40	19,22	18,58	5,3	10,44	65	»	»
26	757,4	12,8	19,8	16,3	12,6	21,3	16,9	»	»	17,32	17,64	18,01	4,2	9,30	71	»	»
27	760,0	12,9	19,6	16,2	12,5	20,3	16,4	»	»	16,93	17,04	17,40	3,8	10,76	81	»	»
28	756,3	13,6	22,3	17,9	13,0	23,6	18,3	»	»	18,29	17,63	17,36	6,3	12,01	72	»	»
29	755,3	16,9	22,1	19,5	16,7	24,2	20,4	»	»	18,42	18,05	17,81	2,9	12,13	73	»	»
30	755,9	13,4	25,4	19,4	12,0	26,6	19,3	»	»	18,84	18,40	18,01	3,6	12,25	69	»	»
Moy.	756,1	12,7	21,2	17,0	11,9	22,8	17,3	»	»	16,88	16,50	16,08	4,8	10,70	71,5	»	»

(1) La valeur T — *t* exprime la différence des températures données par deux thermomètres dans le vide, exposés au soleil, et dont l'un, *t*, est à boule de verre incolore, et l'autre T, à boule de verre bleu noir. (2) Nombre obtenu par interpolation.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Juin 1872.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. Terrasse (1).	Cour.	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	17.30,0	65.40,1	4,5260	1,3	0,6	1,99	NNO, E faible.	N	0,7	Grêle à 8^h matin.
2	28,2	40,0	4,5080	0,1	0,1	2,02	SSO faible.	SSO	0,8	Pluie le soir.
3	27,9	41,0	4,5008	3,8	3,5	2,48	ONO faible.	NO	0,5	»
4	41,3	43,2	4,4834	0,3	0,3	2,22	ONO modéré.	NO	0,6	Ciel à grains.
5	36,6	43,0	4,5115	4,5	3,9	4,96	NO faible.	NNO	0,8	»
6	35,5	41,3	4,4960	»	»	3,74	NO, SSO faib.	SSO	0,9	Orage depuis $10^h 30^m$ s.
7	32,4	41,8	4,4906	4,3	4,0	3,68	OSO modéré.	OSO	0,4	Un peu de pluie le soir.
8	35,7	41,3	4,4834	0,6	0,6	3,46	SSO faible.	SO	0,5	Ciel orageux, voilé le soir.
9	36,1	42,5	4,4835	»	»	3,15	SO modéré.	OSO	0,8	Pluie; grains.
10	43,0	44,9	4,4860	1,1	0,9	2,36	OSO modéré.	OSO	0,8	Forte pluie le soir.
11	37,0	42,9	4,4961	2,9	2,8	1,68	SSO modéré.	SSO	1,0	Pluie presque continue.
12	34,8	41,6	4,5427	4,9	5,4	2,57	O modéré.	O	1,0	»
13	33,4	41,1	4,4941	»	»	2,32	NO faible.	OSO	0,7	»
14	32,4	40,7	4,4883	»	»	3,15	ONO, E faible.	O, E	0,1	Brume à l'horizon.
15	33,2	39,3	4,4852	»	»	3,05	S, N faible.	O	0,3	Brumeux.
16	34,4	39,4	4,4935	»	»	4,81	NE faible.	NE	0,4	Traces de halo à 6^h s.
17	32,4	39,3	4,4727	»	»	5,58	NNE faible.	NNE	0,2	Brume à l'horizon.
18	32,4	38,8	»	»	»	4,32	NNE faible.	SO	0,3	Brumeux.
19	(2) 33,1	(2) 39,3	»	»	»	3,75	NNE faible.	S	0,5	Orage avec vent très-fort de 4 h. à 6 h. s.
20	37,0	41,1	»	19,6	17,8	2,96	ONO modéré.	ONO	0,5	»
21	37,5	39,7	»	»	»	5,04	SO faible.	O	0,6	Pluvieux le soir.
22	30,6	43,0	»	0,0	0,0	3,46	ONO faible.	O	0,9	Gouttes de pluie vers 9^h m.
23	33,9	42,8	»	»	»	4,78	NE faible.	OSO	0,3	A 11^h s., éclairs au SSO.
24	32,2	41,6	»	»	»	3,86	S faible.	S	0,7	Éclairs de 11^h s. à minuit.
25	34,6	44,4	4,4753	0,2	0,2	5,93	SO modéré.	SO	0,5	»
26	36,4	43,2	4,4782	3,1	2,8	4,18	O modéré.	O	0,7	Pluie à $9^h 30^m$ m.
27	43,3	40,7	4,4767	0,2	0,2	2,41	O modéré.	O	0,8	Pluvieux.
28	43,9	41,0	4,4756	0,8	0,7	2,75	SO modéré.	O	0,6	»
29	43,4	40,6	4,4805	»	»	3,52	ONO modéré.	O	0,9	»
30	41,1	40,8	4,5017	»	»	3,78	N modéré.	NNO	0,5	»
Moy.	17.35,5	65.41,3	»	47,7	43,8	103,96			0,61	

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire. (2) Nombres obtenus par interpolation.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Juin 1872.

Résumé des observations régulières.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy. (1).
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	756,92	756,48	756,12	755,61	755,41	755,92	755,88	756,10
Pression de l'air sec	746,64	745,27	745,48	744,76	744,48	745,13	745,70	745,40
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (salle méridienne)	15,62	17,45	19,62	20,32	19,42	17,02	15,22	17,33
» (jardin θ)	15,70	17,99	20,77	20,96	19,24	16,24	14,63	17,41
Thermomètre à alcool incolore (jardin)	15,42	17,76	20,05	20,68	19,09	16,08	14,49	17,10
Thermomètres électriques (2)	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T′	19,52	29,05	31,78	32,01	24,46	»	»	»
Thermomètre noir dans le vide, T	19,42	28,15	30,90	31,14	23,85	»	»	»
Thermomètre incolore dans le vide, t	18,89	23,10	25,60	25,49	20,80	»	»	»
Excès (T′ — t)	0,63	5,95	6,18	6,52	3,66	»	»	»
Excès (T — t)	0,53	5,05	5,30	5,65	3,05	»	»	»
Excès (T′ — θ)	3,82	11,06	11,01	11,05	5,22	»	»	»
Excès (T — θ)	3,72	10,16	10,13	10,18	4,61	«	»	»
Température du sol à 0m,02 de profondr	15,74	16,36	17,77	18,32	17,57	16,90	16,49	16,88
» 0m,10 »	15,81	15,89	16,50	17,07	17,22	16,94	16,67	16,50
» 0m,30 »	16,03	16,00	15,95	16,02	16,04	16,15	16,20	16,08
Tension de la vapeur en millimètres	10,28	11,21	10,64	10,85	10,93	10,79	10,18	10,70
État hygrométrique en centièmes	75,5	71,0	59,3	59,0	64,7	76,0	79,7	71,5
Pluie en millimètres (jardin)	4,7	0,3	7,2	5,1	20,7	12,3	3,5	t. 53,8
Inclinaison magnétique 65°+	»	41′,35	40′,42	39′,74	39′,36	40′,08	40′,92	40′,69
Déclinaison magnétique 17°+	33,21	35,46	45,69	45,71	40,82	38,74	37,06	39,24

Températures moyennes des maxima et minima.

Thermomètres de la salle méridienne	17°,0
Thermomètres du jardin	17°,3
Pluie. Pluviomètre de la terrasse	47mm,7
» » de la cour	43mm,8
» » du jardin	53mm,8

Moyennes des observations de 9h, midi, 3h et 6h S.

Thermomètre noirci dans le vide T′	29°,33
Thermomètre noir dans le vide T	28°,51
Thermomètre incolore dans le vide t	23°,75
Excès T′ — t	5°,58
Excès T — t	4°,76

Comparaison des observations faites à l'Observatoire de Paris et à l'Observatoire physique central de Montsouris du 18 au 30 juin.

		7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy. (A).
		o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (jardin)	Paris	17,92	20,00	23,15	23,61	21,45	18,43	16,89	19,62
	Montsouris	17,28	19,19	22,34	22,88	21,20	18,00	16,46	19,00
Thermomètre à alcool (jardin)	Paris	17,73	19,85	22,81	23,32	21,33	18,33	16,80	19,45
	Montsouris	17,28	19,06	22,36	22,88	21,08	18,32	16,62	19,09

(A) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

		7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy. (B).
Thermomètre noirci dans le vide T′	Paris	»	29,43	34,18	34,02	25,24	»	»	30,72
	Montsouris	»	35,44	42,47	40,09	27,42	»	»	36,35
Thermomètre nu dans le vide t	Paris	»	24,45	28,43	27,49	22,08	»	»	25,61
	Montsouris	»	25,23	30,05	29,22	23,07	»	»	26,89
Excès (T′ — t)	Paris	»	4,98	5,75	6,53	3,16	»	»	5,11
	Montsouris	»	10,21	12,42	10,87	4,35	»	»	9,46

(B) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 et 6 heures du soir.

Nota. — Les thermomètres placés dans le vide ne voient qu'une partie du ciel à l'Observatoire de Paris, tandis qu'à l'Observatoire physique central les arbres ne recouvrent qu'une très-faible partie du ciel à l'horizon.

---

(1) Moyennes des observations faites à 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Les thermomètres électriques sont en réparation.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUILLET 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse une ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Sédillot*, pour remplir, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. *Stan. Laugier.*

Il est donné lecture de ce décret.

M. Sédillot, retenu par l'état de sa santé, ne peut assister aujourd'hui à la Séance.

M. Delaunay, après la lecture du procès-verbal de la séance précédente, fait observer qu'il y a eu une erreur commise dans la rédaction de la Lettre adressée par M. le Ministre de l'Instruction publique, au sujet de la place actuellement vacante au Bureau des Longitudes (Voir *Comptes rendus*, p. 22). M. Laugier faisait partie du Bureau des Longitudes comme *astronome*, et non pas comme *membre appartenant à l'Académie des Sciences.*

La lettre de M. le Ministre sera renvoyée, conformément à l'usage, aux trois Sections d'Astronomie, de Géométrie, et de Géographie et Navigation.

PHYSIQUE. — *Sur l'influence de la pression dans les phénomènes d'endosmose et d'exosmose.* Mémoire de **M. Becquerel**. (Extrait.)

« Les phénomènes d'endosmose, d'exosmose, de diffusion et de dialyse sont dus à diverses causes qui ont été le sujet de recherches importantes de la part de Dutrochet, de Graham, de M. Liebig et d'autres physiciens et chimistes qui ont déterminé la part contributive de chacune d'elles dans la production des effets observés; mais ils n'ont pas pris en considération toutes les conditions qui interviennent dans cette production, et notamment : 1° la pression qui exerce son action aussitôt que l'endosmose a élevé le niveau de l'un des liquides au-dessus de celui de l'autre, d'où résulte une filtration, au travers de la cloison séparatrice, du liquide le plus pressé vers celui qui l'est moins, et dont les effets paraissent soumis à des lois simples, comme on va le voir; 2° la formation d'un composé insoluble résultant de la réaction des deux liquides l'un sur l'autre, quand cela a lieu, cas qui n'avait pas encore été examiné; 3° l'action des courants électro-capillaires résultant de cette même réaction, et dont j'ai déjà entretenu l'Académie dans plusieurs Mémoires.

» On a commencé par donner une analyse très-succincte des recherches de Dutrochet et de Graham, ainsi que de celles de Magnus et de M. Liebig, sur l'endosmose, afin de mieux établir la relation des effets qu'ils ont observés, avec ceux dont il va être question et qui sont relatifs à l'influence qu'exerce la pression sur la filtration qui a lieu à travers une cloison capillaire, influence qui se fait sentir dans les phénomènes d'endosmose et d'exosmose, ainsi que dans les effets résultant de la circulation des liquides dans les tissus des corps vivants, et notamment du sang dans les artères et les veines. Deux appareils ont été établis pour exercer des pressions s'élevant jusqu'à 2500 millimètres d'eau ou d'un autre liquide et ont été pourvus d'un cathétomètre qui permet de déterminer avec une grande exactitude la hauteur des colonnes liquides. On a pris successivement pour diaphragme le papier-parchemin, la vessie et un vase poreux en porcelaine dégourdie. Les résultats obtenus montrent que les rapports entre les quantités de liquide écoulé et les pressions moyennes sont constants, c'est-à-dire que, quel que soit le liquide, l'écoulement est proportionnel à la pression moyenne, pendant un temps donné, sans en excepter l'alcool.

» On a reconnu que, pendant la filtration, la paroi extérieure du vase poreux ou du tissu capillaire se recouvre de bulles de gaz provenant de l'air contenu dans l'eau et le diaphragme, lequel se dégage en traversant le

vase par suite de l'affinité capillaire exercée par ce dernier sur le liquide. Ces bulles, en obstruant plus ou moins les pores, rendent irrégulière la filtration, inconvénient que l'on fait disparaître en grande partie, en opérant avec de l'eau distillée dont on a expulsé l'air par l'ébullition; mais cette cause d'erreur n'est pas la seule qu'il faut éviter : l'irrégularité du calibre dans la longueur du tube en est une autre à laquelle il faut avoir égard. Ces deux causes suffisent pour rendre compte des différences que l'on observe dans les observations.

» On a trouvé les coefficients suivants qui expriment les rapports entre les pressions moyennes et les quantités de liquide filtré à travers une cloison poreuse en porcelaine dégourdie en une demi-heure avec la même surface filtrante :

Acide chlorhydrique....................	0,187	
Eau distillée..........................	0,165	étendus de leur volume d'eau.
Ammoniaque........................	0,139	étendus de leur volume d'eau.
Chlorure du calcium en dissolution à 35°....	0,055	

» Les expériences ont été faites à des températures variant de 15 à 20 degrés. Il est à remarquer que, lorsqu'on expérimente avec une vessie, un certain nombre d'heures après les cellules se distendent et les coefficients augmentent successivement jusqu'à devenir doubles; avec les vases poreux en porcelaine, rien de semblable n'arrive : la marche de l'écoulement est régulière.

» On a soumis aussi à l'expérience d'autres dissolutions; mais je ne mentionnerai dans cet extrait que les résultats obtenus avec une dissolution de sulfate de soude et une autre de nitrate de chaux, l'une et l'autre concentrées et privées d'air, et donnant lieu par leur réaction à un précipité insoluble cristallisé.

» On a montré, dans un Mémoire antérieur, que lorsqu'on introduit une dissolution de nitrate de chaux dans un tube fermé par le bout inférieur avec du papier parchemin, et qu'on le plonge dans une éprouvette contenant une dissolution de sulfate de soude, on ne tarde pas à voir se former sur la face de la cloison en contact avec la dissolution de sulfate, et, dans cette même dissolution, un très-grand nombre de stalactites fistulaires de sulfate de chaux cristallisé, qui s'allongent peu à peu et ne tardent pas à atteindre le fond de l'éprouvette, où la matière s'épanche.

» On a opéré ensuite en sens inverse : on a versé dans le tube qui renferme le liquide exerçant la pression une dissolution de sulfate de soude, et, dans l'éprouvette, la dissolution de nitrate de chaux; cette dernière afin de forcer

le sulfate de soude à traverser la cloison; on n'y est pas parvenu : en sept jours la colonne a éprouvé une baisse de $\frac{1}{6}$; mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que les stalactites ne se sont pas formées; il s'est déposé seulement une couche peu épaisse assez compacte de cristaux de sulfate de chaux sur la face, en contact avec la dissolution de sulfate : la pression a donc empêché la formation des stalactites et le passage de la dissolution de sulfate dans celle de nitrate.

» Des expériences de filtration ont été faites également avec du sang défibriné, sous des pressions de 150 millimètres de mercure, égales à celles du sang dans les artères; il y a eu seulement filtration de sérosités.

» Il est à présumer qu'il doit exister dans les artères, sous la pression de 150 millimètres de mercure à laquelle est soumis le sang, une infiltration de sérosité à travers leurs enveloppes, et dont la quantité est en rapport avec les variations de cette pression. On a dit précédemment que l'écoulement à travers les membranes organiques distendait les cellules; sous l'empire de la vie, rien de semblable ne doit avoir lieu, du moins dans l'état normal; il faut que l'équilibre dans la constitution des vaisseaux soit constamment maintenu.

» On conçoit maintenant d'où peut provenir l'exosmose : elle est due d'une part à la diffusion, de l'autre à la filtration résultant de la pression exercée par la colonne de liquide résultant de l'endosmose. On conçoit qu'elle ait été peu sensible dans les expériences de Graham qui opérait avec des appareils à larges surfaces, donnant peu de hauteurs aux colonnes liquides résultant de l'endosmose. Dutrochet a eu raison de dire que l'exosmose transporte plus de sels que l'endosmose, attendu que l'exosmose résulte en partie de la pression qui fait filtrer le liquide avec le sel qu'il tient en dissolution. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur quelques effets des actions lentes, produits pendant un certain nombre d'années.* Mémoire de **M. Becquerel**. (Extrait.)

« J'ai déjà appelé l'attention de l'Académie sur les effets qui font l'objet de ce Mémoire; mais j'ai cru devoir reprendre cette question pour lui donner plus de développement, et montrer ensuite l'influence du temps dans les effets produits.

» Je me suis servi, dans ces recherches, soit d'un tube fêlé rempli d'une dissolution métallique et plongeant dans une dissolution alcaline, dans laquelle était dissous un oxyde métallique, soit d'un diaphragme poreux en porcelaine dégourdie remplaçant le tube fêlé, soit encore d'un vase en

verre, fermé hermétiquement, contenant une dissolution acide ou alcaline dans laquelle plongeait une substance minérale.

» Avec un appareil électro-capillaire fonctionnant avec une dissolution d'or et une autre de plombite de potasse, on a obtenu, dans l'espace de deux années, d'un côté, du minium à l'état cristallisé, semblable à celui que l'on obtient par la voie sèche; de l'autre, de l'or métallique.

» Parmi les produits obtenus en vertu d'actions lentes, dans un vase fermé hermétiquement pendant vingt ans, et qui ont leurs analogues dans la nature, je mentionnerai les suivants :

» 1° Des cristaux d'arragonite formés sur un morceau de gypse en fer de lance, de 1 décimètre de longueur et de 1 centimètre d'épaisseur, mis en digestion dans une dissolution de bicarbonate de potasse, contenue dans un vase fermé hermétiquement; le sulfate de chaux a disparu presque en totalité, et il est resté une enveloppe épaisse de cristaux d'arragonite.

» 2° En opérant avec une dissolution de sous-carbonate, il s'est produit des cristaux rhomboédriques de carbonate de chaux.

» 3° Un gypse semblable, maintenu en contact pendant le même temps avec une dissolution d'arséniate d'ammoniaque, a donné des cristaux d'arséniate de chaux peut-être aussi beaux que ceux de la nature.

» 4° Avec une dissolution d'aluminate de potasse et du gypse, on a eu le double sulfate de chaux et de potasse cristallisé, qui n'est autre que la glaubérite dans laquelle la soude a été remplacée par la potasse.

» 5° Des morceaux de galène, plongés également pendant vingt ans avec une dissolution de bicarbonate de potasse, ont donné des cristaux bien caractérisés de carbonate de plomb, appartenant au système du prisme droit à base rhombe.

» 6° On a obtenu, avec des morceaux de calcaire plongés dans une dissolution de plombite de potasse, du plomb carbonaté hydraté, en écailles cristallines d'un aspect nacré.

» 7° La malachite (carbonate bibasique de cuivre) avait déjà été obtenue par moi, en faisant réagir successivement sur du calcaire une solution de nitrate de cuivre pour le changer en sous-nitrate, lequel avait été mis en digestion avec le bicarbonate de soude pour former un double carbonate que l'on avait décomposé avec une nouvelle dissolution de nitrate de cuivre. En opérant ainsi, on avait obtenu une couche plus ou moins épaisse de malachite adhérant à la surface du calcaire. J'ai étudié de nouveau cette formation, en modifiant le procédé. On a pris des plaques de calcaire poreux d'une épaisseur de 1 centimètre, et l'on a opéré dans le vide, afin de

faire pénétrer les dissolutions dans l'intérieur des plaques et de permettre aux gaz qui se forment dans le calcaire de se dégager. On a reconnu, en opérant avec une dissolution peu concentrée, que les deux premières transformations suffisaient pour obtenir une plaque de malachite exempte sensiblement de chaux et d'acide nitrique, ayant le même grain que le calcaire; l'épigénie a donc été complète. Les grains sont à l'état cristallin. En opérant à de hautes pressions, il sera possible probablement d'obtenir le même résultat avec du calcaire un peu compacte.

» On explique comme il suit les effets des actions lentes dont il vient d'être question, et qui produisent quelquefois des épigénies, c'est-à-dire des substitutions de matières à d'autres matières sans changer la forme des corps, ainsi que celles de leurs parties constitutives :

» Lorsqu'on met, par exemple, en digestion du calcaire poreux dans une dissolution concentrée de nitrate de cuivre, il résulte de la réaction qui a lieu un dégagement de gaz acide carbonique et une production de nitrate de chaux qui reste en dissolution, et de sous-nitrate de cuivre insoluble qui se substitue aux grains de calcaire, lesquels se trouvent ainsi transformés en sous-nitrate, attendu que le gaz acide carbonique et la dissolution de nitrate de chaux remplissant les pores, le sous-nitrate se trouve forcé d'occuper la place des grains de calcaire. Le gaz et la dissolution de nitrate de chaux ne peuvent sortir complétement des pores qu'en plaçant le calcaire transformé dans le vide de la machine pneumatique, en contact avec l'eau et la renouvelant de temps à autre.

» Lorsque le sous-nitrate a été mis en contact avec une dissolution de bicarbonate de soude pour le changer en malachite, il reste pendant longtemps du nitrate de soude dans les pores, qui vient s'effleurer, avec le temps, sur la surface de la malachite, tant est grande l'attraction moléculaire exercée par les parois des pores sur ce composé.

» Je ne parle pas des effets électrochimiques qui peuvent intervenir dans les actions dont on vient de parler, attendu que je les ai déjà décrits.

» Les analyses des substances qui viennent d'être mentionnées ont été faites par M. Guérout, élève distingué, sorti du laboratoire des Hautes Études dirigé par notre confrère, M. Fremy, au Muséum d'Histoire naturelle, et que M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu mettre à ma disposition pour m'aider dans mes expériences. »

GLYCOGÉNÈSE ANIMALE. — *Évolution du glycogène dans l'œuf des oiseaux; par* **M. CLAUDE BERNARD.**

« Aujourd'hui je viens reprendre devant l'Académie des études interrompues par des raisons diverses, mais particulièrement par une longue maladie qui m'a tenu pendant six années éloigné de mon laboratoire. Afin de mieux comprendre l'objet de mes nouvelles recherches, je crois nécessaire de rappeler, en peu de mots, les résultats principaux de mes travaux antérieurs sur la glycogénèse animale.

» En 1848, j'ai découvert le sucre (glycose) dans le foie des animaux à l'état physiologique, et j'ai établi par un grand nombre d'expériences que la présence du sucre dans l'organe hépatique est entièrement indépendant de l'alimentation (1).

» En 1855, j'ai trouvé que le sucre du foie dérive d'une matière fixée dans le tissu hépatique, et j'ai montré, au moyen d'une expérience que je regarde comme capitale dans l'histoire de la glycogénèse animale, l'expérience du lavage du foie, que cette substance continue à se transformer en sucre après la mort et sans l'intervention vitale (2).

» En 1857, suivant le cours de mes expériences, j'ai séparé cette matière à laquelle j'ai donné le nom de *glycogène* ou matière glycogène, et j'ai fait voir que ses caractères physico-chimiques sont tout à fait semblables à ceux de l'amidon végétal (3).

» En 1859, poursuivant l'origine de cette matière glycogène, j'ai signalé sa présence dans les organes placentaires des mammifères et dans la membrane vitelline des oiseaux (4), ainsi que dans un grand nombre d'animaux inférieurs ou à l'état de larve ou de chrysalide (5).

» Vers la même époque, je montrai que, chez les ruminants, on peut assister en quelque sorte à la naissance des cellules glycogéniques sur la face interne de l'amnios. Là elles forment des papilles épithéliales, à leur *summum* de développement vers le milieu de la gestation, et elles dispa-

---

(1) *Archives générales de Médecine*, t. XVIII, 4e série; 1848. — *Comptes rendus*, t. XXVII, p. 514; septembre 1848. — *Cours de Physiologie appliquée à la Médecine*, professé au Collége de France, 1854, 1855, etc.

(2) *Comptes rendus*, t. XLI, 24 septembre 1855.

(3) *Comptes rendus*, t. XLIV, 23 mars 1857. — *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 3e série, t. Ier, p. 101.

(4) *Comptes rendus*, t. XLVIII, 10 janvier 1859.

(5) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 3e série, t. Ier, p. 53; mai 1859.

raissent ensuite à mesure que la fonction glycogénique apparaît dans le foie. Mais ce n'est pas seulement chez les mammifères qu'on peut observer ainsi l'évolution des cellules glycogéniques; chez les oiseaux (poulets, canards), il est encore plus facile de la suivre à toutes les périodes de l'incubation.

» Dès ce moment, j'entrepris une série de recherches sur l'évolution histologique du glycogène dans l'œuf des oiseaux et des autres animaux. De 1859 à 1863, je traitai diverses parties de ce sujet dans mes cours au Collége de France, et lorsque je me vis forcé d'interrompre mes expériences, j'en indiquai les principaux résultats, pour les reprendre plus tard, dans un pli cacheté déposé à l'Académie le 31 mars 1864. Je me bornerai ici à ajouter comme développement quelques observations extraites de mon Cahier de laboratoire.

« 4 *juin* 1860. — Sur un œuf de poule du deuxième au troisième jour d'incubation, j'ai détaché avec des ciseaux la membrane vitelline tout autour de l'*area vasculosa;* je l'ai enlevée avec des pinces, de manière à appliquer sa face extérieure contre une lame de verre. En examinant ensuite sous le microscope cette préparation, j'ai vu très-nettement des cellules glycogéniques et des granulations de glycogène qui prenaient une couleur rougeâtre par la teinture d'iode acidulée avec l'acide acétique cristallisable.

» Sur deux autres embryons de poulet, dont l'un était du même âge que le précédent et l'autre du quatrième au cinquième jour d'incubation, j'ai constaté également, par divers réactifs appropriés (1), la présence de granules de glycogène dans le blastoderme.

» 8 *juin* 1860. — Sur le feuillet blastodermique d'un petit poulet au sixième jour d'incubation, j'ai vu d'une manière très-évidente des granulations de glycogène dans des cellules glycogéniques disposées en amas le long du trajet des vaisseaux veineux du blastoderme.

» Sur un autre petit poulet au troisième jour d'incubation, j'ai constaté de même de la matière glycogène dans le blastoderme.

---

(1) Je prépare les tissus et je leur enlève l'eau en les plongeant immédiatement dans l'alcool fort, tantôt pur, tantôt acidulé, tantôt alcalinisé, suivant les circonstances. Après un certain temps d'immersion, je substitue à l'alcool de l'éther, du chloroforme ou du sulfure de carbone pour opérer encore un durcissement plus complet de la pièce et lui enlever des matières grasses qui gênent les réactions. Pour déceler le glycogène à l'aide de sa coloration par l'iode, je coupe des lames très-minces des tissus et je les baigne tantôt dans de l'éther iodé, du chloroforme iodé, du sulfure de carbone iodé, de l'alcool iodé, etc.; après quoi je lave la pièce, pour la rendre transparente, dans l'essence de térébenthine ou de la benzine, etc.; enfin je conserve la préparation dans du vernis à l'essence, en ayant soin de ne pas empêcher le contact de l'air, ce qui amènerait la décoloration de l'iodure de glycogène. Je me borne à ces indications générales; il y a une foule d'autres particularités de préparation qu'il serait trop long d'énumérer ici, et qui trouveront leur place dans la description des expériences particulières.

» 24 *juin* 1860. — Sur trois petits poulets du deuxième au troisième jour d'incubation, dont le cœur battait et chez lesquels on voyait avec la loupe la circulation se faire très-bien dans le champ du travail, j'ai enlevé le blastoderme et j'ai constaté nettement des granulations de glycogène sur le parcours des vaisseaux blastodermiques.

» 4 *juillet* 1860. — Sur des petits poulets pris à des époques diverses de l'incubation, j'ai fait des expériences en examinant la membrane blastodermique, soit à l'état frais, soit après l'avoir fait préalablement dessécher. En observant sur le blastoderme frais, on reconnaît très-bien les granulations de glycogène contenues dans des cellules glycogéniques qui accompagnent les veines; mais on constate, en outre, qu'il existe sur la membrane vitelline d'autres amas de cellules glycogéniques qui ne sont pas en rapport avec des vaisseaux, car elles sont situées dans des points où les vaisseaux sanguins ne sont pas encore parvenus. On voit en même temps sur le champ du microscope un grand nombre d'autres cellules qui ne renferment point de granulations de glycogène. Lorsque la membrane blastodermique a été desséchée sur une lame de verre, on peut la traiter plus commodément avec les réactifs, qui sont de nature à déceler les granulations de glycogène.

» 5 *juillet* 1860. — Sur des petits poulets du neuvième au dixième jour d'incubation, j'ai pris une portion de la membrane du sac vitellin très-près de son insertion à l'intestin. Je l'ai fait dessécher, puis je l'ai traitée par les réactifs, qui m'ont permis d'y constater la présence du glycogène comme à l'ordinaire, soit à l'état de granulations isolées, soit contenues dans les cellules glycogéniques des villosités.

» 7 *juillet* 1860. — En suivant des œufs à divers degrés d'incubation, j'ai constaté que les cellules glycogéniques se montrent très-évidentes sur le champ de travail où l'on voit la circulation se faire; mais on voit une zone extérieure de la membrane vitelline déjà profondément modifiée sans que des vaisseaux y soient encore apparents. Je n'ai pas pu déterminer si des granulations de glycogène existent en ce point. Toutefois, sur d'autres œufs, dès le début de l'incubation, lorsque la cicatricule n'a encore subi qu'un simple élargissement, sans qu'aucun vaisseau y soit encore visible, j'ai constaté déjà des granulations et des cellules glycogéniques.

» 10 *juillet* 1860. — Sur un embryon de canard au quatrième jour d'incubation, j'ai observé sur le blastoderme, soit à l'état frais, soit à l'état sec, la présence de cellules glycogéniques très-évidentes.

» 11 *juillet* 1860. — Chez divers embryons de poulets, sur la membrane blastodermique desséchée, j'ai vu très-distinctement des cellules glycogéniques suivant le trajet des vaisseaux et constituant des espèces de villosités glycogéniques dans lesquelles les veines du blastoderme semblent prendre leur origine.

» De mes observations j'ai tiré les conclusions suivantes :

» 1° L'évolution glycogénique dans l'œuf des oiseaux part de la cicatricule; elle s'étend peu à peu dans le feuillet moyen ou vasculaire du blastoderme, à mesure que celui-ci s'élargit et se développe. Dans leur prolifération, les cellules glycogéniques se rangent d'abord sur le trajet des veines omphalo-mésentériques et à des périodes ultérieures de développement,

les extrémités des veines vitellines forment de véritables villosités glycogéniques qui flottent dans la substance du jaune en formant des replis nombreux à la surface interne du sac vitellin (1). Je dépose à l'Académie et je mets sous les yeux de mes confrères des planches gravées et dessinées par M. Lackerbauer en 1859. Sur ces dessins très-habilement exécutés se trouvent figurées, outre les villosités glycogéniques de l'oiseau, les plaques glycogéniques de l'amnios des ruminants, la disposition des granulations de glycogène dans les divers tissus d'organismes embryonnaires ou adultes, etc.

» 2° De même que dans le foie et dans le placenta des mammifères, le glycogène, dans le blastoderme des oiseaux, se présente sous forme de granulations arrondies renfermées dans des cellules glycogéniques, d'une manière très-analogue à ce qui se voit pour les granules d'amidon dans les cellules végétales.

» J'ai constaté d'ailleurs que le glycogène du blastoderme des oiseaux est de même nature chimique que le glycogène du foie et des organes placentaires des mammifères; sous l'influence d'agents appropriés, il se transforme en dextrine et en un sucre (glycose) qui donne, par la fermentation, de l'alcool et de l'acide carbonique. Toutefois, si j'ai toujours eu soin de recourir à cet ensemble de caractères chimiques pour conclure à la présence du glycogène, je dois faire remarquer que ces réactions ne sont pas également rapides dans tous les cas; il y a des conditions dans lesquelles les granulations de glycogène plus ou moins facilement altérables se rapprocheraient plus ou moins de la fixité de l'amidon végétal. J'ai remarqué que sous ce rapport les granulations de glycogène du blastoderme des oiseaux sont plus fixes et réclament des actions plus énergiques pour être transformées en sucre. Néanmoins, elles conservent toujours les caractères du glycogène; elles colorent en rouge vineux par l'iode et se dissolvent dans l'eau en donnant un liquide opalin, etc. D'ailleurs, je montrerai que, dans les animaux comme dans les végétaux, ces métamorphoses de la matière amylacée en sucre, coïncidant toujours avec l'intensité des phénomènes nutritifs ou organogéniques, se lient à une modification dans la réaction acide ou alcaline du milieu au sein desquels s'opèrent les phénomènes.

» 3° Chez les oiseaux comme chez les mammifères, j'ai constaté que les granulations de glycogène existent d'abord d'une manière diffuse dans les

---

(1) J'ai observé que c'est vers le huitième jour d'incubation que les villosités glycogéniques sont le plus facilement distinctes, à cause de la fluidité du jaune.

organes embryonnaires transitoires, et que c'est ultérieurement que les granulations de glycogène apparaissent dans le foie pour y persister à l'état adulte.

» 4° Chez les oiseaux comme chez les mammifères, la glycogénèse animale constitue une véritable évolution chimique de principes amidonnés, restée jusqu'alors inconnue aux histologistes et aux physiologistes.

» Telles sont les conclusions auxquelles je m'étais arrêté d'après mes expériences de 1859-1863. C'est en ce point que je reprends aujourd'hui mes recherches nouvelles dans mon enseignement de Physiologie générale au Muséum d'Histoire naturelle. A mesure que j'avance, la question s'éclaire, se simplifie, et la Physiologie générale vient nous démontrer de plus en plus qu'il existe une glycogénèse animale aussi bien qu'une glycogénèse végétale, s'accomplissant toutes deux par un mécanisme semblable.

» Depuis vingt-quatre ans que je poursuis la démonstration de la glycogénèse animale, il y a eu une multitude de travaux accumulés sur ce sujet, dans lesquels ont pu se glisser des inexactitudes ou des erreurs qu'il importe de rectifier dans l'intérêt de la Science. J'ai réuni d'un autre côté un grand nombre de matériaux tendant à élucider certains points nouveaux de la même question. Je ferai successivement connaître à l'Académie les résultats auxquels m'ont conduit mes études faites à ce double point de vue.

» Il ne me reste plus, en terminant, qu'à prier M. le Secrétaire perpétuel de vouloir bien ouvrir le pli cacheté du 31 mars 1864, dont il a été question dans cette Communication. »

M. Claude Bernard ayant demandé l'ouverture du pli cacheté dont il vient de faire mention et qui a été déposé par lui le 31 mars 1864, « sur la formation de la matière glycogène chez les animaux », ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient la Note suivante :

« Depuis plusieurs années, je poursuis mes études sur la formation de la matière glycogène dans les animaux avec d'autant plus d'intérêt que je considère cette question comme une des plus propres à éclairer le mécanisme des phénomènes chimiques qui s'accomplissent dans les êtres vivants.

» Je ne commencerai la publication de mon travail que lorsqu'il sera complété au moins dans ses parties principales, afin que les faits s'éclairant les uns par les autres on puisse saisir mieux la question dans son ensemble.

» C'est pourquoi je dépose dans cette Note quelques-uns des résultats principaux que j'ai obtenus dans des expériences faites au Collége de France, et dont la plupart encore non imprimées ont déjà été annoncées dans mes cours :

» 1° La matière glycogène, qui existe normalement dans le foie des animaux élevés (oiseaux,

mammifères), est un élément normal de la nutrition. Elle disparaît souvent très-rapidement sous l'influence de diverses conditions qui troublent cette fonction.

» 2° L'existence de la matière glycogène est à la fois une condition de nutrition et de développement des êtres vivants; car je considère que ces deux actes physiologiques fondamentaux *nutrition* et *développement* rentrent dans le même ordre de phénomènes, et que la nutrition est une sorte de génération continuée.

» 3° J'ai recherché la présence de la matière glycogène dans l'œuf de poule avant et après la fécondation. J'ai constaté que cette matière y existe dans la cicatricule ou germe avant la fécondation; cette matière y est mélangée avec des substances albuminoïdes qui rendent souvent sa constatation assez difficile. Cependant je ne conserve aucun doute sur son existence.

» Après la fécondation, non-seulement la matière existe dans le germe, mais elle se multiplie en ce sens qu'elle se produit dans toutes les cellules qui, par leur multiplication, forment le blastoderme. De telle sorte que les cellules glycogéniques existent en grande abondance dans la vésicule ombilicale du jeune poulet, ainsi que je l'ai dit dans une Communication à l'Académie (*sur une nouvelle fonction du placenta*).

» 4° Je pense que la matière glycogène sert au développement des tissus en se transformant en sucre. En effet, je n'ai pas encore pu réussir à faire développer de la levûre de bière dans de l'empois, si celui-ci ne se transforme en sucre. D'un autre côté, dans divers phénomènes de développements physiologiques des tissus, j'ai vu le sucre apparaître par transformation de la matière glycogène dès que le développement organique commençait à s'accomplir.

» 5° J'ai constaté l'existence de la matière glycogène, non-seulement dans le germe de l'œuf de la poule, mais aussi dans des œufs d'insectes et de mollusques. De sorte qu'il semblerait que cette matière est une portion constituante essentielle du germe. Toutefois je n'ai pas encore eu l'occasion de faire cette recherche sur des œufs de mammifères.

» 6° Si la matière glycogène n'existait pas dans le germe de l'œuf des mammifères, il faudrait conclure que cette matière ne constitue pas un des éléments essentiels du germe. En effet, si, comme il est probable, la matière glycogène joue le rôle d'élément nutritif, il est indifférent qu'elle soit au dehors ou au dedans du germe, pourvu qu'elle y arrive à l'état de sucre au moment du développement de l'embryon auquel elle paraît nécessaire. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les changements de poids que le corps humain éprouve dans les bains.* Note de MM. **Jamin** et **de Laurès**.

« On n'a pas encore résolu la question de savoir si les eaux minérales sont ou ne sont pas absorbées par le corps humain. Les uns admettent qu'elles traversent la peau avec les principes qu'elles tiennent en dissolution; d'autres le nient. Il m'a paru que de nouvelles expériences à ce sujet n'étaient pas inutiles, et, mettant à profit une saison passée aux eaux de Néris, j'ai répété, avec la collaboration du docteur de Laurès, les anciennes expériences de Sanctorius sur les variations de poids du corps humain plongé dans l'eau.

» Pour bien comprendre la signification de ces expériences, il faut se rappeler qu'un homme de bonne constitution absorbe environ 4000 grammes de nourriture par jour; qu'il expulse 1500 grammes de résidus, et qu'il assimile 2500 grammes de matières qui disparaissent en vingt-quatre heures, soit par les poumons, soit par la peau. C'est une perte de 100 grammes environ par heure. En réalité cette perte n'est pas uniforme; elle atteint 125 grammes après le dîner et diminue progressivement pendant la nuit jusqu'au déjeuner du lendemain; elle était, pour nous, égale à 80 grammes environ entre 6 et 7 heures du matin. Après le déjeuner, elle s'activait de nouveau, diminuait pendant le repos, et augmentait par l'exercice; elle atteignit 340 grammes pendant une promenade en plein soleil.

» Elle est due à deux causes : à la respiration et à l'évaporation par la surface totale des corps. Suivant Lavoisier et Séguin, la respiration dépense 30 grammes pendant que l'évaporation cutanée en perd 60. Admettons ces chiffres qui ont été plusieurs fois vérifiés en moyenne, et supposons maintenant que le corps soit plongé dans l'eau.

» La déperdition par les poumons continuera sans altération et restera égale à 30 grammes; celle qui se faisait par la peau sera entièrement changée, et on la mesurera en retranchant de la perte totale observée les 30 grammes de matière évaporée par les poumons. Si, par exemple le poids du corps reste stationnaire, on en conclut que la peau compense la respiration et absorbe 30 grammes de liquide. Quand ce poids a baissé de 30 grammes pendant une heure, on sait que l'action cutanée est nulle; et enfin si l'on observait une augmentation dans le poids, cela voudrait dire que la surface extérieure aurait fait un gain supérieur à la perte pulmonaire.

» Seguin trouva que le corps humain perd dans l'eau un peu moins que dans l'air. Berthold, opérant à des températures comprises entre 24 et 28 degrés centigrades, reconnut une augmentation de poids qui pouvait atteindre 32 grammes, ce qui fait par heure une absorption cutanée de 62 grammes. Malden, After, Dill, etc., ont confirmé les résultats de Berthold.

» M. Wilmin a soumis aux mêmes épreuves un grand nombre de personnes, à des températures variant de 30 à 34 degrés. Sur cinquante-cinq observations, il a reconnu vingt augmentations, vingt et une diminutions et douze poids stationnaires. Mais comme les diminutions ont toujours été inférieures à la perte pulmonaire de 30 grammes, M. Wilmin a conclu que, dans tous les cas, la peau absorbe du liquide.

» Ces diverses expériences sont toutes exactes; et si les résultats semblent

différer, cela tient à ce qu'ils ont été obtenus à des températures différentes. En tenant compte de cet élément essentiel, M. Durrieu a découvert la vraie loi du phénomène : tout individu conserve un poids invariable dans un bain dont la température est modérée, et que M. Durrieu nomme *isotherme;* il gagne et absorbe si la température est abaissée; il perd, au contraire, si elle est élevée, et cette perte croît très-rapidement quand l'échauffement de l'eau augmente de 36 à 48 degrés.

» Les expériences que nous avons faites à Neris confirment les conclusions de M. Durrieu; elles ont été exécutées sur un grand nombre de personnes et sur nous-mêmes. On commençait par observer, de 6 à 7 heures du matin, la perte de poids dans l'air; elle était, en moyenne, de 79 grammes. Le sujet entrait alors au bain dans la piscine modérée, à la température de 34°,5, pour y rester jusqu'à 9 heures. On constatait alors une perte considérable de 7 à 800 grammes. Enfin on recommençait la pesée une heure après la sortie du bain, à 10 heures, afin de croiser les expériences. Je ne donnerai qu'un tableau de nos observations

	Perte par heure		
	avant le bain.	pendant le bain.	après le bain.
25 août	75gr	300gr	0gr
27 »	80	180	40
28 »	78	275	25
30 »	82	358	32
31 »	80	286	10
6 septembre	79	250	0
7 »	83	220	0
11 »	78	340	24
14 »	75	230	50
Moyenne	79	268	20

» Ainsi que je l'ai déjà dit, ces nombres confirment les observations de M. Durrieu relativement à la perte considérable de poids subie pendant le bain; je ne les aurais même pas publiés s'ils ne mettaient en évidence une particularité jusqu'à présent inobservée, et qui n'est pas sans importance.

» Avant le bain, une personne perd dans l'air 80 grammes par heure : soit 30 grammes par la respiration et 60 grammes par la peau; pendant l'heure qui s'écoule après ce bain et au sortir de la piscine, les conditions sont tout autres : la même personne perd un poids beaucoup moins considérable et souvent nul; on a même reconnu, une fois, une légère augmentation. Ce fait singulier a été constaté sur quatre baigneurs, qui avaient

bien voulu se prêter à ces épreuves; il a été vérifié, sur lui-même, par un des médecins attaché à l'établissement des bains, M. Pironon.

» En résumé, pendant l'heure qui suit immédiatement un bain chaud, le corps humain ne fait plus des pertes de poids sensibles, et le plus souvent il reste stationnaire malgré l'évaporation et la respiration. Or comme la quantité d'eau exhalée ne peut être moindre après qu'avant le bain, et qu'elle doit au contraire être plus grande à cause de l'état d'humidité de l'épiderme, on ne peut attribuer la diminution observée dans les pertes de poids qu'à une seule cause, à une diminution dans la quantité d'acide carbonique expirée.

» Il est certain que dans les conditions ordinaires le corps humain est imprégné et pour ainsi dire saturé d'une provision normale d'acide carbonique, et il y a équilibre entre la quantité qui se perd et celle que la circulation reproduit pendant un temps donné. L'immersion dans l'eau change nécessairement cet équilibre. Il est vraisemblable que le bain dissout une quantité d'acide carbonique supérieure à celle qui était exhalée dans l'air, que la provision normale diminue et qu'il en résulte une perte de poids notable. Après la sortie du bain, le phénomène inverse se produit, le corps refait sa provision, ce qui tend à augmenter son poids; mais il continue à exhaler de la vapeur d'eau, ce qui tend à le diminuer. La perte ou le gain observé n'est que la différence entre ces deux effets contraires.

Cette explication, tout à fait conjecturale d'un fait physiologique important, ne pourra être admise que si elle est démontrée par des expériences analytiques. Je n'ai pu les aborder jusqu'à présent, parce qu'elles exigeaient des appareils que je ne possédais pas. Mais je viens de terminer au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne une installation complète qui va me permettre de les aborder.

» Je me suis procuré une balance qui peut peser 100 kilogrammes au gramme près, et qui permet de suivre continuellement et même d'enregistrer graphiquement les changements de poids du corps humain. J'ai fait installer, d'autre part, une baignoire dans des conditions spéciales. Elle est chauffée par une rampe de becs de gaz, qui élève et maintient l'eau à la température que l'on veut. Elle est isolée des parois, placée sur des supports peu conducteurs, ce qui en fait un vaste calorimètre. On détermine par des expériences préliminaires la chaleur qu'elle perd par le rayonnement ou l'évaporation, et il est facile de savoir ensuite la quantité de chaleur qu'elle reçoit du corps humain. Enfin, des appareils d'analyse permettront de mesurer la quantité d'acide carbonique expirée par les poumons. Les expé-

riences seront longues et difficiles. J'aurai l'honneur d'en entretenir souvent l'Académie. Mais je n'ai pas voulu tarder à lui en soumettre le plan et à lui annoncer le fait qui m'a déterminé à les entreprendre. »

ZOOLOGIE. — *Observations zoologiques faites dans la province de Tché-Kiang; par* M. L'ABBÉ A. DAVID. Extrait d'une Lettre adressée à M. Milne Edwards.

« Shanghaï, 10 mars 1872.

» Parmi les oiseaux que je vous adresse pour le Muséum d'Histoire naturelle, il s'en trouve un qui mérite une mention spéciale : c'est un *Ibis* qui a les proportions de l'*Ibis Nippon;* mais la description que Temminck a donnée du *Nippon* et que j'ai lue chez M. Swinhoe, attribue à l'oiseau *adulte* du Japon des couleurs blanches et roses, et des teintes grisâtres à l'oiseau jeune. Si cette description (qui correspond aussi à un exemplaire de l'espèce japonaise que j'ai eu à Pékin) est exacte, l'*Ibis* que j'ai tué devra former une espèce nouvelle et pourra prendre le nom d'*Ibis sinensis;* car les sujets adultes sont tous d'un cendré clair dans les parties supérieures au printemps, et aussi pendant toute l'année, d'après ce que me disent les chasseurs du pays. Voici le signalement de mon ♂ oiseau adulte que vous recevrez bientôt : Longueur totale, $0^m,78$; l'aile ouverte, $0^m,64$; la queue, $0^m,15$; le bec, $0^m,175$; celui-ci est brun et rouge au bout; l'Ibis est d'un jaune rose, les pattes rouges ainsi que les ongles. La tête, nue dans la plus grande partie, est couverte d'une peau ridée rouge, et garnie à la nuque d'une touffe de plumes effilées de 11 centimètres de long. Ces plumes sont d'un cendré gris, ainsi que celles du dos, du haut des ailes et de la poitrine. Cette couleur se change en blanc vers le ventre, et est remplacée par du rose orangé dans la queue et les pennes des ailes et dans les parties qui avoisinent ces organes. Pas de différences de couleur entre les sexes en plumage d'adultes. Les jeunes oiseaux sont couverts d'un duvet cendré uniforme.

» Cet Ibis est sédentaire dans la vallée de Tché-Kiang et vit de petits poissons et de sangsues; il niche sur les arbres les plus élevés, dans les lieux isolés. Il pond deux œufs que les deux parents couvent alternativement et jusqu'à ce que les petits soient en état de voler; l'un de ceux-ci reste sans cesse au nid pour les défendre contre les Milans qui souvent nichent sur le même arbre.

» Un autre objet qui mérite d'être signalé au public est une *Salamandre*, ou un *Triton*, que j'ai rencontrée dans les Rizières des montagnes occiden-

tales. Outre les deux nouvelles Salamandres que j'ai rapportées du Se-Tchuan, on ne cite en Chine qu'une autre espèce, que M. Gray a décrite sous le nom de *Cynops chinensis*, et qui vient aussi de Ningpo. Mais d'après ce que j'ai lu chez M. Swinhoe, ce reptile a cinq ou six pouces de long et est tacheté au ventre de taches jaunes; ce n'est donc pas mon animal dont voici le signalement et pour lequel je propose le nom de *Cynops orientalis:* Longueur totale, $0^{m},07$ à $0^{m},08$; dessus du corps d'un noirâtre marbré de grisâtre; tout le dessus du corps et de la queue, rouge; cette couleur forme avec le noir des flancs des angles rentrants et sortants irréguliers; des taches arrondies sont parfois isolées et distribuées sur le rouge. Vit dans les étangs des Rizières.

» Parmi d'autres objets que j'ai remarqués dans mon voyage, je dois signaler une énorme tortue d'eau douce que M. Swinhoe pense être le *Chitra indica;* d'après les Chinois, il y en a qui pèsent jusqu'à deux ou trois cents livres. L'animal que j'ai aperçu était jeune.

» Je dois aussi mentionner un oiseau rapace qui n'a point été encore indiqué en Chine : c'est un *Elanus*. J'ai trouvé une paire de ces oiseaux nichant au milieu des montagnes occidentales, mais je n'ai pu parvenir à en tuer. Le mâle et la femelle sont d'un blanc pur en dessous, avec le bout des ailes noir; le mâle a les parties supérieures d'un cendré blanchâtre, comme les *Circus ;* la femelle, plus grande, les a un peu plus foncées. Cette espèce forme, parmi les rapaces, la quatrième de celles que M. Swinhoe n'a pas encore rencontrées.

1° *Hierax ;* 2° *Falco*, que j'appelle *Sacroïdes ;* 3° *Haliastur* de l'Inde, que j'ai vu au Tchékiang, et 4° l'*Elanus*, qui pourra porter le nom de *Sinensis*, si c'est une espèce encore non décrite, comme c'est probable.

» Mon *Falco sacroïdes* est certainement un oiseau nouveau pour la faune chinoise; mais l'individu femelle, et en mauvais état, que j'ai, ne me suffit pas pour une description. Trois sujets de la même espèce que le P. Heude a obtenus à Changhaï ressemblent à mon oiseau. Je n'ai pas pu les étudier. Dans une ascension sur une grande montagne, j'ai rencontré un *Pucrasia* ♂ à tête paraissant noire, et qui pourrait être encore une autre espèce.

» Enfin mon petit voyage me prouve que même les parties de la Chine les plus fréquentées offrent encore de quoi payer les recherches des naturalistes. »

RAPPORTS.

PHYSIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* MM. F. Lucas *et* A. Cazin; *sur la durée de l'étincelle électrique.*

(Commissaires : MM. Morin, Le Verrier, Fizeau, Jamin, Edm. Becquerel rapporteur) (1).

« MM. F. Lucas et A. Cazin se sont proposé d'évaluer la durée des étincelles électriques dans des circonstances déterminées, notamment lorsqu'on change les dimensions des batteries qui les excitent, et que l'on fait varier la distance explosive, la nature des électrodes, ainsi que la résistance du circuit parcouru par l'électricité.

Deux méthodes ont été employées jusqu'ici pour rendre appréciable la durée d'une étincelle : l'une, imaginée par M. Wheatstone, consiste à faire réfléchir l'image de l'étincelle sur un miroir mobile autour d'un axe parallèle à la longueur de l'étincelle; elle a permis de reconnaître que bien que l'étincelle d'une machine électrique ordinaire ne présente pas de durée appréciable par ce moyen, cependant, pour une vitesse de rotation déterminée, les décharges des batteries donnent des images allongées dans le sens de la rotation du miroir, preuve d'une durée sensible, mais avec décroissement d'intensité lumineuse. A l'aide de ce mode d'expérimentation, M. Feddersen a pu étudier la constitution de la décharge et même ses subdivisions.

» L'autre méthode, donnée par Arago pour avoir une limite de la durée des éclairs, exige l'emploi d'un disque mobile autour d'un axe perpendiculaire à son plan. Ce disque est divisé en secteurs par des traits également espacés, lesquels sont tracés suivant des rayons et apparaissent en clair sur le fond plus sombre du disque. L'élargissement des traits que produit la lumière des étincelles peut permettre alors d'estimer la durée de ces étincelles lorsque l'on connaît la vitesse de rotation du disque. Ce procédé d'expérimentation a été suivi par M. Felici qui a étudié, par transmission, l'élargissement des traits transparents d'un disque opaque, éclairé par les décharges d'une bouteille de Leyde, lorsqu'on fait varier diverses circonstances de leur production.

(1) Les expériences relatives à ce travail ont été répétées devant les membres de la Commission, au Conservatoire des Arts et Métiers.

» MM. Lucas et Cazin ont employé une méthode qui permet des mesures plus faciles, et dans certains cas plus précises que les précédentes, mais sans distinguer si les décharges résultent d'une ou de plusieurs décharges successives. Elle consiste à faire usage d'un disque mobile, dont le bord, destiné à être vu par transparence, est interposé entre l'observateur et l'étincelle que l'on étudie. Ce disque, formé de lames de mica, porte sur son bord des traits transparents et équidistants aussi fins que possible et obtenus par reproduction photographique; il est placé devant un second disque opaque de même diamètre, lequel reste fixe, et porte sur son bord sept traits transparents comprenant six divisions dont la largeur correspond à cinq divisions du disque mobile, de sorte que ce second disque forme un vernier qui permet d'apprécier le $\frac{1}{6}$ d'une division du premier; c'est l'emploi de ce vernier qui constitue la partie nouvelle et fort ingénieuse de cette méthode.

» L'étincelle électrique que l'on veut étudier éclate au foyer de la lentille d'un collimateur qui envoie des rayons parallèlement à l'axe de rotation du disque mobile, sur les traits du vernier fixe. De l'autre côté des disques, une lunette permet à l'observateur d'examiner les apparences lumineuses.

» Si l'étincelle électrique a une durée inappréciable, ou bien l'observateur aperçoit un seul trait brillant, ou il n'en voit pas. Dans le premier cas, l'étincelle a éclaté au moment de la coïncidence d'un trait de la roue mobile et d'un trait de vernier fixe, et dans le second, l'explosion a eu lieu entre deux coïncidences. Cependant il y a une certaine probabilité de coïncidence qui dépend de la largeur des traits des disques ainsi que du nombre des traits du vernier, et qui a été déterminée expérimentalement; elle a été trouvée égale à 0, 70, c'est-à-dire que si une étincelle instantanée vient à se produire à un instant quelconque, sur 100 fois elle illuminera un trait 70 fois, et 30 fois ne donnera rien. Cette probabilité pourrait être différente avec un autre appareil.

» Supposons maintenant que la durée de l'étincelle soit un peu plus grande que celle du passage d'un trait de la roue mobile devant deux traits du vernier; alors, si le commencement de l'étincelle a lieu à l'instant de la première coïncidence, en raison de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, le trait brillant provenant de cette première coïncidence sera visible en même temps que celui de la seconde, et l'on verra deux traits à la fois. Si avec cette même durée l'étincelle éclate entre deux coïncidences, elle a cessé quand arrive la troisième, et l'on ne voit

qu'un trait brillant correspondant à la seconde. On doit donc voir, dans cette supposition, une ou deux coïncidences de traits lumineux, lors de l'apparition des décharges.

» Mais si la durée de l'étincelle est plus grande que la précédente, elle sera comprise entre deux nombres faciles à déterminer, dont la différence est égale au temps qui s'écoule entre deux coïncidences successives. On peut cependant pousser l'approximation plus loin, et les auteurs du travail ont montré qu'en raison de la probabilité de coïncidence signalée plus haut, en évaluant le nombre total des traits visibles résultant de l'observation d'un nombre connu d'étincelles, ainsi que la vitesse de rotation du disque mobile, on pouvait en déduire, avec une approximation déterminée, la durée de l'étincelle visible.

» Lorsque l'appareil fonctionne, on ne peut voir à la fois qu'un nombre limité de coïncidences, de sorte que quand la durée de l'étincelle devient plus grande et est telle que, pour une vitesse de rotation du disque, plus de cinq ou six coïncidences apparaissent à la fois, on diminue la vitesse de rotation pour rester dans les limites de ce nombre de coïncidences, et l'on détermine, d'après ces deux quantités, la durée de l'étincelle.

» Il faut remarquer que, par durée de *l'étincelle visible*, on doit entendre le temps qui sépare le moment où l'étincelle commence, de l'instant où, par suite de la diminution dans son intensité lumineuse, elle cesse d'éclairer suffisamment l'ensemble des traits de l'appareil, pour donner une image sensible à l'observateur, quel que soit le sens de la décharge ou de ses subdivisions, la *durée totale* pouvant être plus grande.

» La mesure de la durée des étincelles dépendant du nombre de coïncidences vues par l'observateur, si le degré d'éclairement des traits de l'appareil vient à diminuer beaucoup, on doit craindre que le nombre de coïncidences ne diminue également par suite de l'affaiblissement de la lumière correspondant à la fin de la décharge. Les auteurs assurent que, dans les mêmes conditions de production d'étincelles, la mesure de la durée de celles-ci conserve la même valeur lorsqu'on fait varier la vitesse de rotation des disques mobiles; or, dans ce cas, l'illumination des traits diminue à mesure que la vitesse de rotation augmente; de sorte que, dans les conditions où ils ont opéré, le changement d'intensité lumineuse n'aurait pas modifié sensiblement les résultats de leurs observations. Cependant il serait à désirer que les auteurs pussent se rendre compte de quelle manière l'intensité lumineuse intervient lorsque les comparaisons ont lieu entre des étincelles inégalement brillantes,

notamment quand les décharges éclatent entre des électrodes de divers métaux, placés à des distances différentes, dans des gaz à diverses pressions, et qu'il leur fût possible, dans certains cas, d'opérer avec la même somme de lumière éclairant les traits de leur appareil.

» Puisque les coïncidences des traits des disques mobiles et fixes dépendent de la durée de l'étincelle jusqu'à une certaine limite d'intensité lumineuse, on doit observer que leur nombre en pourrait augmenter par suite de la phosphorescence du disque mobile; mais le mica étant un des corps solides dans lesquels le phénomène de persistance de cette action lumineuse est le moins marqué, il en résulte qu'aucune perturbation sensible ne peut provenir de l'interposition d'un disque mobile fait avec cette substance, entre un foyer lumineux et l'œil de l'observateur.

» Les auteurs du Mémoire, au moyen de l'appareil tel qu'il est construit, n'ont pu rendre appréciable la durée d'une étincelle provenant d'une machine ordinaire; mais ils ont constaté que la durée des décharges des condensateurs varie avec la surface de ceux-ci, avec leur disposition et en raison de la résistance du circuit parcouru par l'électricité; elle change également, suivant la distance explosive, la nature des boules de l'excitateur et l'humidité de l'air. En général, cette durée augmente avec la surface du condensateur, avec la distance des boules excitatrices, et diminue avec la longueur du circuit. Dans ces recherches, ils ont donné, comme limites des durées observées, 4 millioniémes de seconde, et 86 millioniémes de seconde, avec une erreur possible de 1 millionième de seconde.

» Ils ont pu représenter, par des formules empiriques, les résultats obtenus dans diverses séries d'observations, et ils sont arrivés à cette conséquence, qu'il y a une limite vers laquelle tend la durée de l'étincelle, quand on augmente indéfiniment la surface du condensateur et la distance explosive, et qu'on diminue au contraire la résistance du circuit conducteur.

» En résumé, MM. Lucas et Cazin ont imaginé une méthode expérimentale ingénieuse qu'ils ont étudiée avec soin et qui les a déjà conduits à des résultats très-intéressants dans les expériences faites avec les condensateurs; mais il serait important que cette méthode pût être appliquée également à la recherche de la durée des étincelles produites avec les machines ordinaires, sans l'intervention des batteries. La Commission engage donc MM. Lucas et Cazin à continuer leurs recherches, et a l'honneur de vous proposer de vouloir bien ordonner l'insertion de leur Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la dissolution du carbonate de chaux par l'acide carbonique; par* **M. Th. Schlœsing.** (Deuxième Note.)

« Les expériences que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie (*Comptes rendus,* 17 juin 1872) établissent que l'eau pure, mise en présence du carbonate de chaux et d'une atmosphère contenant une proportion déterminée d'acide carbonique, dissout à la fois de l'acide carbonique libre, selon la loi d'absorption des gaz, du carbonate neutre, selon la solubilité de ce sel dans l'eau exempte d'acide carbonique, et du bicarbonate de chaux. Il me reste à indiquer la relation existant entre la quantité de bicarbonate produit et la tension du gaz carbonique.

» Quand l'équilibre est établi dans mes dissolutions, la plus légère diminution de tension de l'acide carbonique dans l'atmosphère détermine la décomposition d'une quantité correspondante de bicarbonate, avec précipitation de carbonate neutre et émission de gaz carbonique. Une partie de l'acide carbonique du bicarbonate est donc toute prête à abandonner son état de combinaison, si la tension extérieure de l'acide carbonique vient à diminuer; en d'autres termes, il y a dans le bicarbonate de l'acide carbonique en état de tension, précisément équilibrée par la tension de l'acide carbonique extérieur (que celle-ci agisse directement ou par l'intermédiaire de la tension égale du gaz carbonique libre dissous). Ces phénomènes se rattachent à ceux que M. H. Sainte-Claire Deville a découverts et précisés dans sa célèbre leçon sur la dissociation. Toutefois, dans les cas examinés jusqu'à présent, il n'existe pour chaque température qu'un seul état d'équilibre: il n'y a que deux variables, la température et la tension. Je suis conduit, au contraire, à étudier des phénomènes plus complexes, dans lesquels, pour une même température, on obtient une série continue d'équilibres entre deux ou un plus grand nombre de tensions. La relation générale contiendrait donc au moins trois variables, et, pour les déterminer, il convient de réduire d'abord ce nombre, en rendant constante la température : c'est ainsi que j'ai opéré pour le bicarbonate de chaux.

» Dans des expériences préliminaires, que je ne rapporte pas, j'avais eu l'idée de faire varier la tension de l'acide carbonique du simple au double, et de prendre le rapport entre les quantités correspondantes de bicarbonate; ce rapport demeurait à peu près constant. J'ai conclu de là que les

valeurs quelconques de la tension et du bicarbonate devaient appartenir à deux progressions géométriques :

$$a,\quad ar,\quad ar^2,\quad ar^3,\ldots,\quad ar^\alpha,$$
$$b,\quad bs,\quad bs^2,\quad bs^3,\ldots,\quad bs^\alpha,$$

en sorte que, appelant x la tension, y le bicarbonate, on aurait

$$x = ar^\alpha,\quad y = bs^\alpha,$$

d'où, en passant par les logarithmes, et éliminant $\log\alpha$, l'équation

$$x^m = ky,$$

dans laquelle m et k seraient déterminés par les résultats de deux expériences.

» y peut évidemment représenter soit le bicarbonate, soit le carbonate neutre équivalent, que j'obtiens dans mes analyses en retranchant du carbonate total dissous dans 1 litre les 13,1 milligrammes de carbonate neutre que ce litre dissout indépendamment de l'acide carbonique ; j'adopte pour y cette dernière signification.

» Ayant douze solutions présumées de l'équation précédente, je fais concourir à la recherche de m et de k les huit solutions fournies par les expériences de V à XII, laissant à dessein les quatre premières, dans lesquelles les quantités dosées, affectées des mêmes erreurs que les autres, et beaucoup plus petites, peuvent être relativement moins exactes.

» Partant de l'équation $m\log x = \log k + \log y$, je substitue à x et y les huit solutions (l'unité pour x étant la pression atmosphérique 760, et l'unité pour y le gramme) ; j'ajoute membre à membre les quatre équations d'ordre impair et les quatre équations d'ordre pair ; je retranche, membre à membre, la première somme de la seconde, ce qui donne

$$m = \frac{\Sigma \log y \text{ pair} - \Sigma \log y \text{ impair}}{\Sigma \log x \text{ pair} - \Sigma \log x \text{ impair}} = 0,37866,$$

ajoutant ensuite, membre à membre, les huit équations, j'ai

$$k = \frac{m\Sigma \log x - \Sigma \log y}{8} = 0,92128;$$

m et k étant déterminés, j'ai dressé le tableau suivant, qui présente en regard les résultats trouvés par l'analyse et ceux que l'équation donne pour y, quand on substitue à x les valeurs diverses de la tension dans les douze expériences :

	Tensions de l'acide carbonique.	Carbonate trouvé.	Carbonate calculé.	Différences.
		mg	mg	mg
I........	0,000504	61,5	61,2	—0,3
II........	0,000808	71,9	73,2	+1,3
III.......	0,00333	124,1	125	+0,9
IV.......	0,01387	210,0	214,8	+4,8
V.......	0,0282	283,4	281,1	—2,3
VI	0,05008	346,9	349,3	+2,4
VII......	0,1422	519,9	518,6	—1,3
VIII.....	0,2538	650,3	645,8	—4,5
IX	0,4167	774,8	779,2	+4,8
X.......	0,5533	872,4	867,5	—4,9
XI......	0,7297	958,9	963,3	+4,4
XII......	0,9841	1072,9	1078,8	+5,9

» Sauf pour l'expérience IV, les différences, tantôt positives, tantôt négatives, se tiennent entre 1 et $\frac{1}{2}$ centième des quantités de carbonate dosées. Néanmoins, des différences de 4 et 5 milligrammes, en plus ou en moins, dans le dosage d'une substance qui se prête, comme la chaux, à une détermination très-précise, me paraissent trop fortes pour être attribuées exclusivement à des erreurs d'analyse. Elles s'expliquent autrement. Dans le cours de mes premières expériences, trop peu préoccupé de l'influence que pouvaient avoir de faibles variations de la température, je n'ai pas pourvu mon régulateur de l'appendice qui permet d'obtenir la constance à $\frac{1}{10}$ de degré près; en réalité, la température a varié entre 15°,5 et 16°,5. Depuis, j'ai eu la preuve directe, par une expérience répétée à 15 et à 16 degrés, qu'une variation d'un seul degré affecte le bicarbonate dissous d'une variation correspondante d'environ 1 centième : telle est la principale cause d'erreur dans mes résultats; je la réduis à $\frac{1}{2}$ centième en adoptant la température moyenne de 16 degrés.

» Malgré cette imperfection, je crois être autorisé à énoncer sous la forme suivante la relation entre les tensions et les quantités de bicarbonate formées dans les conditions de la première série de mes expériences :

» *Les valeurs de la tension comprises entre $\frac{1}{2}$ millième et l'unité, et celles du bicarbonate correspondant forment deux progressions géométriques de raisons différentes; la raison de la première excède la raison de la seconde.*

» Si les raisons étaient égales, le bicarbonate serait simplement proportionnel à la tension, comme il arrive pour la dissolution des gaz permanents dans l'eau.

» Tout ce qui a été dit dans cette Note et la précédente au sujet du car-

bonate de chaux s'applique au carbonate de baryte, sel qui a été soumis en même temps que le premier aux mêmes épreuves. Je ne pourrais entrer dans des détails au sujet de la série des expériences sur le carbonate de baryte sans tomber dans des répétitions : qu'il me soit permis seulement de présenter le tableau des résultats qui confirment la loi des deux progressions géométriques.

» La solubilité du carbonate de baryte dans l'eau pure à 16 degrés est de $18^{mg},6$ par litre. Les valeurs de m et k de l'équation $x^m = ky$ sont $m = 0,38045$, $k = 0,534726$.

	Tensions de l'acide carbonique.	Carbonate total dissous dans 1 litre.	Carbonate neutre correspondant au bicarbonate.		Différences.
			trouvé.	calculé.	
I......	0,000504	gm 118,6	100mg	104mg	+ 4mg
II.....	0,000808	144,6	125,9	124,5	— 1,4
III.....	0,00332	233,1	214,5	213,2	— 1,3
IV.....	0,01387	387,3	368,7	367,3	— 1,4
V......	0,0286	503,0	484,4	483,7	— 0,7
VI.....	0,0499	615,6	597	597,8	— 0,8
VII.....	0,1417	916,4	897,8	889,2	— 8,6
VIII....	0,2529	1139,6	1121	1108,5	—12,5
IX.....	0,4217	1361,1	1342,5	1346,5	+ 4
X......	0,5529	1511,8	1493,1	1492,7	— 0,5
XI.....	0,7292	1663,7	1645,1	1658,4	+13,3
XII....	0,9816	1856,6	1838	1856,9	+18,9

» On voit que les différences sont du même ordre que celles qui ont été relevées pour le carbonate de chaux; elles ont la même origine.

» Si l'on rapproche l'équation *barytique* de l'équation *calcaire*, on est frappé de la faible différence entre les valeurs de m, 0,37866 et 0,38045, différence telle, qu'on peut, sans erreur sensible, admettre l'égalité : d'où résulte que, pour une même tension d'acide carbonique, le rapport des bicarbonates de chaux et de baryte est constant et inverse de celui des coefficients k. Il est probable que cette conclusion s'étendra plus tard à toute une classe de carbonates.

» Dans une autre Note, je montrerai que la loi des deux progressions géométriques s'applique à des sels peu solubles autres que les carbonates de chaux et de baryte, tels que les oxalates de ces deux bases, le sulfate de chaux, etc., dissous partiellement par des quantités variables d'un acide. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la fabrication des couleurs d'aniline.* Note de M. Ch. Lauth, présentée par M. Wurtz.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Dans une Note récemment soumise au jugement de l'Académie pour le Concours des Arts insalubres, MM. Girard et de Laire signalent comme nouvelle la méthode qui consiste à obtenir directement des matières colorantes violettes, vertes et bleues, sans prendre la rosaniline comme point de départ. Ces savants n'ont pas eu connaissance du Mémoire que j'ai publié en 1861 (1), et qui prouve que le problème qu'ils se sont posé aujourd'hui était résolu dès cette époque. J'ai montré, en effet, que la *méthylaniline*, soumise à l'action de divers oxydants, se transforme en un beau violet, et cette observation a reçu, dès 1866, une consécration industrielle des plus importantes par la fabrication du violet de Paris. De même, il existe plusieurs méthodes pour produire les verts d'aniline, sans avoir recours à la fuchsine ; il suffit de rappeler, entre autres, le procédé découvert par MM. Poirrier, Bardy et Ch. Lauth, en 1869, pour l'obtention d'un vert par l'oxydation de deux bases nouvelles, la benzyle et la dibenzylaniline.

» MM. Girard et de Laire ont eu le mérite d'ajouter des faits nouveaux et intéressants à l'histoire des couleurs d'aniline; mais il me paraît difficile d'admettre qu'ils aient découvert une méthode nouvelle.

» Je ne puis m'empêcher, en terminant, de dire quelques mots de la fabrication de la rosaniline elle-même. Il est certainement désirable de voir remplacer une substance aussi toxique que l'acide arsénique par un produit inoffensif; mais il est peut-être exagéré d'affirmer que « le remarquable » ensemble des fabrications des couleurs d'aniline est *radicalement vicié* par » le procédé de préparation de la rosaniline, *cause permanente d'empoisonnement* pour les lieux où il s'exécute. »

» Cette affirmation a lieu d'étonner, dans la bouche des savants mêmes qui ont préconisé en France l'emploi de l'acide arsénique; la pratique que j'ai de l'industrie des couleurs d'aniline me permet heureusement d'affirmer que, avec des précautions convenables, aucun danger sérieux n'est à craindre; il n'est pas à ma connaissance que des accidents se soient produits dans les fabriques dirigées par des chimistes expérimentés et soucieux de la santé des ouvriers. »

---

(1) *Répertoire de Chimie appliquée,* 1861, p. 345, et *Moniteur scientifique,* 1er juillet 1861.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations relatives à une Note précédente de MM.* Girard *et* de Laire, *sur les matières colorantes dérivées de la diphénylamine; par* **M. Bardy.**

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« MM. Girard et de Laire, dans l'exposé de leur travail, présenté dans la séance du 24 juin 1872 (t. LXXIV, p. 1559), sur les matières colorantes dérivées de la diphénylamine, disent :

« Nous avons pu, en introduisant des radicaux alcooliques dans les monamines secondaires, obtenir des monamines tertiaires capables de se transformer en matières colorantes : méthyldiphénylamine, etc. »

» Dans les *Comptes rendus* de l'année dernière (t. LXXIII, p. 751), j'ai montré que la méthyldiphénylamine, que j'ai préparée le premier et utilisée comme source de matières colorantes, avait des propriétés nettement définies; que, par son mode de production, elle constituait le dérivé normal de la Diphénylamine. Elle ne pouvait être confondue avec un isomère obtenu en 1869, par MM. Girard et de Laire, en faisant réagir la méthylaniline sur le chlorhydrate d'aniline, et que MM. Girard et Voogt rééditaient en ce moment sous le nom de *méthyldiphénylamine*, sans modifier en rien le mode de production employé la première fois. Mes affirmations n'ont point été contestées.

» Aujourd'hui, et sans doute par erreur, MM. Girard et de Laire appliquent de nouveau à cet isomère qu'ils ont découvert deux fois le nom de méthyldiphénylamine; c'est afin d'éviter que la confusion puisse se produire à l'avenir, et en même temps pour affirmer mes droits à la découverte de ce corps et à sa transformation en matières colorantes, que je viens prier l'Académie de vouloir bien accueillir cette rectification. »

BOTANIQUE. — *Sur les zygospores du* Mucor Phycomyces. Note de **MM. Ph. Van Tieghem** et **G. Le Monnier.**

« On ne connaissait les zygospores que chez trois espèces de *Mucor* : les *M. Syzygites*, *stolonifer* et *fusiger* (1), lorsque, dans un récent travail (*Comptes rendus*, 8 avril 1872), nous avons décrit celles du *Mucor Mucedo*.

---

(1) M. Hildebrand a signalé, en 1867, deux autres sortes de zygospores (*Syzygites ampelinus et echinocarpus*), mais sans faire suffisamment connaître les *Mucors* correspondants.

» Nous avons à signaler aujourd'hui un appareil du même ordre dans le *Mucor Phycomyces*. L'appareil copulateur de cette espèce se distingue des précédents par deux caractères remarquables. Issus de deux tubes mycéliens différents, les filaments copulateurs viennent d'abord s'accoler l'un à l'autre sur une certainte étendue, et, tout le long de la surface de contact, ils se hérissent de bosselures intimement engrenées. Ils divergent ensuite, se renflent et se recourbent en arc l'un vers l'autre, en formant une sorte de tenaille qui enserre la zygospore. En outre, ces deux cellules copulatrices arquées qui, à la maturité, se colorent en brun foncé sur leur face convexe, portent, tout autour du cercle d'attache de la zygospore, de longues épines noires, creuses, plusieurs fois dichotomes, et qui couchent quelques-unes de leurs branches sur la zygospore, comme pour la protéger.

» Ces épines se développent plus tôt sur l'une des cellules copulatrices que sur l'autre; celle-là est aussi plus fortement ombrée. Il y a donc une différence marquée, un commencement de sexualité entre les deux éléments qui, dans ce Mucor, concourent à la formation de la zygospore.

» La zygospore elle-même n'offre rien de bien remarquable. Son diamètre transversal, peu supérieur à celui des cellules copulatrices, atteint $\frac{1}{3}$ de millimètre ; elle est couverte d'une membrane d'un noir bleuâtre, munie de tubercules larges et peu saillants. Elle est plus développée en dehors qu'en dedans, et ses faces d'attache sont inclinées l'une sur l'autre, disposition qui résulte de la courbure même des cellules copulatrices. »

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Sur le spectre primaire de l'iode.* Note de **M. G. Salet**, présentée par M. Wurtz.

« L'émission d'une lumière rouge par la vapeur de l'iode fortement chauffée m'a paru présenter assez d'intérêt pour m'engager à étudier de plus près le spectre de ce métalloïde.

» MM. Plücker et Hittorf n'ont pas réussi à produire avec l'iode, à l'aide des tubes de Geissler, un spectre de premier ordre qui correspondrait au spectre d'absorption ; j'ai été plus heureux en employant un *tube à gaînes*, et j'ai pu, à volonté, et dans le même appareil entièrement construit en verre, obtenir le spectre de lignes décrit par Plücker et un nouveau spectre dont la partie peu réfrangible reproduit, pour ainsi dire, l'épreuve négative

du beau spectre d'absorption, si bien étudié par M. Thalén; elle est accompagnée de bandes excessivement diffuses dans le commencement du bleu et l'extrémité de l'indigo; ces bandes deviennent plus lumineuses lorsqu'on augmente la tension de la vapeur; mais alors apparaissent les lignes du spectre secondaire. La lumière du tube est d'un jaune bronzé à froid; elle devient bleu violacé à chaud.

» Pour obtenir le nouveau spectre, il importe de se servir d'une source électrique ayant peu de tension, telle que la bobine d'induction accompagnée d'une jarre; il est assez peu lumineux, à moins que l'on n'emploie un artifice particulier pour l'observer, et qu'on ne présente au spectroscope la section du tube étroit. Chaque bande claire étant amenée sous le réticule de la lunette, est remplacée par une bande noire lorsqu'on éclaire la vapeur par derrière.

» Voilà donc un nouvel exemple de *spectres multiples*. On ne peut pas supposer que le corps qui fournit le spectre nouveau soit un composé de l'iode, car ce serait le même composé qui donnerait les bandes si connues du spectre d'absorption; en d'autres termes, la coloration caractéristique de l'iode, celle dont il dérive son nom, serait due à une impureté.

» Il me semble donc prouvé qu'un même corps élémentaire peut avoir deux spectres, comme il peut avoir deux états allotropiques : c'est l'ancienne opinion de Plücker.

» Il devenait intéressant de savoir si le spectre continu de l'iode chauffé au rouge présenterait des indices des bandes primaires, comme la théorie de la proportionnalité des pouvoirs émissif et absorbant l'exige. En me mettant dans les meilleures conditions et en employant une forte dispersion, j'ai réussi, en effet, à en retrouver les principales. »

PHYSIQUE. — *Compressibilité des liquides sous de hautes pressions*. Note de **M. L. Cailletet**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats d'expériences que j'ai entreprises pour déterminer les coefficients de compressibilité de divers liquides soumis à des pressions élevées. L'appareil compresseur que j'ai employé, ainsi que le manomètre, sont ceux que j'ai décrits à l'occasion de mes recherches sur la loi de Mariotte (1).

» Les liquides en expérience sont renfermés dans un piézomètre en

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1131.

verre, placé de telle sorte que le tube capillaire, qui fait suite au réservoir, plonge verticalement dans du mercure bien pur contenu dans le tube laboratoire. Lorsque je comprime le système ainsi disposé, le mercure, en refoulant le liquide contenu dans le piézomètre, s'élève dans le tube capillaire à une hauteur qu'il est facile de déterminer au moyen de l'artifice suivant. A cet effet, je dore, par le procédé de M. Boëttger, l'intérieur du tube capillaire, et le mercure dissout ce métal, en laissant une trace absolument nette correspondant à la hauteur à laquelle il s'est élevé.

» Il est facile, d'après cela, de calculer le coefficient de compressibilité du liquide, puisqu'on connaît la pression qui est donnée par le manomètre. Le volume du piézomètre est obtenu en pesant, avec les précautions nécessaires, le mercure dont on l'a préalablement rempli. On calcule de même la quantité dont le liquide s'est comprimé, ce volume étant donné par le poids du mercure qui a pénétré dans le tube capillaire, jusqu'au niveau où la couche d'or a été dissoute. Le tube laboratoire était plongé dans un vaste bain d'eau dont on observait la température.

» Dans mes expériences sur l'acide sulfureux, j'ai employé, dans l'appareil compresseur, un mélange d'eau et d'alcool qui ne présentait aucune trace de congélation à — 18 degrés; j'ai déterminé, par les procédés que je viens de décrire, les coefficients suivants :

	Densité.	Température.	Compressibilité.	Nombre d'atmosphères.
Eau distillée privée d'air......	1,000	+ 8	0,0000451	705
Sulfure de carbone...........	»	+ 8	0,0000980	607
Alcool.....................	0,858	+ 9	0,0000676	174
		+ 9	0,0000701	305
		+11	0,0000727	680
Huile de pétrole.............	0,865	+11	0,0000828	610
Essence de pétrole...........	0,720	+10,50	0,0000981	630
Éther sulfurique............	»	+10	0,0001440	630
Acide sulfureux.............	»	—14	0,0003014	606

» Les coefficients ainsi obtenus ne sont pas corrigés de la contraction de l'enveloppe. Je ne connais aucune méthode expérimentale qui permette de déterminer cette valeur à ces hautes pressions. Les nombres que j'ai obtenus sont donc trop petits. Toutefois, dans ces recherches, j'ai été assez heureux pour pouvoir vérifier tous les coefficients contenus dans le Tableau ci-dessus, en me servant du même piézomètre. Mes résultats sont donc comparables, comme ayant été déterminés avec le même instrument. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Analyses d'une nouvelle variété d'amblygonite de Montebras (Creuse), de l'amblygonite d'Hébron (Maine) et de la wavellite de Montebras.* Note de **M. F. Pisani**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans la séance du 26 décembre 1871, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences l'analyse d'un minéral trouvé à Montebras (Creuse), auquel on avait donné le nom de *montebrasite*, d'après une analyse inexacte faite à l'École des Mines.

» Mes analyses ont démontré que ce minéral n'était point une espèce nouvelle, mais bien une amblygonite identique à celle de Saxe. Un mois et demi après environ, M. de Kobell, à Munich, et M. Rammelsberg, à Berlin, ont également publié l'analyse du minéral de Montebras, et confirmé par leurs recherches les résultats que j'avais obtenus. Les seules différences entre les analyses de ces deux savants et les miennes portent principalement sur la quantité de soude : M. Rammelsberg en trouvant un peu moins que moi et M. de Kobell beaucoup plus. Je pense que ces différences ne peuvent tenir qu'au choix des échantillons, parmi lesquels il y en a de fortement translucides (variété à teinte rosée) et d'autres entièrement opaques. Mes analyses ont été faites sur des morceaux d'un blanc rosé, triés avec le plus grand soin, et ce sont les mêmes sur lesquels M. Des Cloizeaux a étudié les propriétés optiques et mesuré les angles. Je suis donc bien sûr d'avoir opéré sur la matière la plus pure, laquelle peut servir de type comme amblygonite de Montebras.

» M. Des Cloizeaux ayant trouvé, parmi les morceaux venant de Montebras (*Comptes rendus*, séance du 27 novembre 1871), un échantillon d'un blanc légèrement verdâtre, beaucoup plus transparent que la variété rosée, en examina les propriétés optiques et trouva qu'elles étaient toutes différentes de celles de l'autre variété, et identiques à celles de l'amblygonite d'Hébron (Maine). Comme cette dernière n'avait pas encore été analysée, j'en ai entrepris l'examen chimique, et j'ai trouvé qu'en effet sa composition n'était pas tout à fait la même que celle de l'amblygonite de Saxe et de Montebras. Les quantités d'acide phosphorique et d'alumine sont les mêmes; mais il y a absence de soude, moins de fluor et beaucoup plus d'eau. Si donc on doit la considérer encore comme une amblygonite, ce serait une amblygonite sans soude. J'ai examiné alors la nouvelle variété d'amblygonite de Montebras et l'ai trouvée identique de composition avec celle des États-Unis. M. Des Cloizeaux a examiné depuis les propriétés opti-

ques de l'amblygonite de Saxe et a constaté qu'elles étaient semblables à celles de l'amblygonite lithico-sodique de Montebras.

» Il y a donc certainement deux variétés bien distinctes comme composition et propriétés optiques, dont l'une est l'amblygonite lithico-sodique de Montebras et de Saxe, et l'autre l'amblygonite lithique de Montebras et des États-Unis. On pourrait, par conséquent, faire une nouvelle espèce de la variété lithique qui contient aussi plus d'eau et moins de fluor, en l'appelant *montebrasite*, et conserver le nom plus ancien d'*amblygonite* à la variété lithico-sodique.

» L'amblygonite (montebrasite) de Montebras et d'Hébron (Maine) fond avec bouillonnement en un émail blanc et colore la flamme en un beau rouge. Dans le matras, elle décrépite plus ou moins fortement (surtout celle de Montebras) et donne de l'eau ayant une réaction acide; le verre est fortement corrodé. Humectée d'acide sulfurique, elle colore la flamme d'abord en rouge, puis en vert pâle. Le spectroscope indique la lithine. Attaquable par l'acide sulfurique avec dégagement d'acide fluorhydrique. Densité 3,010 pour celle de Montebras, et 3,029 pour celle d'Hébron.

» Voici le résultat de mes analyses :

	Amblygonite (montebrasite) de Montebras.	Amblygonite (montebrasite) d'Hébron.
Fluor	3,80	5,22
Acide phosphorique	47,15	46,65
Alumine	36,90	36,00
Lithine	9,84	9,75
Eau	4,75	4,20
	102,44	101,82

» Comme on le voit, ces deux minéraux sont les mêmes sous tous les rapports : éclat fortement nacré sur la face du clivage le plus facile, propriétés optiques, caractères pyrognostiques et composition chimique. Quant aux différences obtenues pour les quantités de fluor, elles doivent tenir en grande partie à la difficulté de séparation de l'acide phosphorique et du fluor.

» Les amblygonites de Montebras et de Saxe diffèrent de ces deux variétés non-seulement par tous les caractères que j'ai déjà indiqués, mais aussi par la densité qui est plus forte. Je rappellerai ici la composition des amblygonites de Montebras et de Saxe pour faire voir la différence de composition avec les deux nouvelles variétés dont j'ai donné les analyses :

Amblygonite de Penig, par M. Rammelsberg.	$Fl = 8,11$; $PhO^5 = 47,58$; $Al^2O^3 = 36,88$; $LiO = 6,68$; $NaO = 3,29$; $KO = 0,43$.
Amblygonite de Montebras, par M. Pisani.	$Fl = 8,20$; $PhO^5 = 46,15$; $Al^2O^3 = 36,32$; $LiO = 8,10$; $NaO = 2,58$; $MnO = 0,40$; $HO = 1,10$.

» *Wavellite de Montebras.* — Cette wavellite a été trouvée associée à l'amblygonite, sur laquelle elle forme tantôt des enduits, tantôt des croûtes assez épaisses. Elle présente les caractères ordinaires de la wavellite, et donne dans le matras de l'eau ayant une réaction acide; le verre est attaqué. Soluble dans l'acide sulfurique avec dégagement fluorhydrique; facilement soluble dans une lessive de potasse. Densité 2,33. Elle a donné à l'analyse :

Acide phosphorique......	34,30
Alumine..............	38,25
Eau..................	26,60
Fluor................	2,27
	101,42

» Ces nombres correspondent à la formule de la wavellite. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un troisième propylène bichloré.* Note de **MM. C. Friedel** et **R.-D. Silva**, présentée par M. Wurtz.

« Dans nos précédentes Communications, nous avons fait connaître deux corps ayant une composition exprimée par la formule $C^3H^4Cl^2$, et qui s'obtiennent simultanément dans diverses réactions. Ils se produisent soit dans l'action de l'eau, ou de la potasse alcoolique ou sèche sur le méthylchloracétol chloré, soit dans l'action du chlore sur le propylène chloré. Ces deux composés isomériques bouillent, l'un à 75 degrés, et l'autre à 94 degrés. D'après leurs modes de formation, on doit leur assigner les formules de constitution $CH^3CClCHCl$ et $CH^2ClCClCH^2$.

» Nous nous sommes proposé de comparer ces deux chlorures avec celui que M. Reboul a décrit, il y a plusieurs années, sous le nom de glycide dichlorhydrique. Ayant fait réagir la potasse sur la trichlorhydrine, en suivant exactement les indications de M. Reboul, ou encore en employant la potasse alcoolique, nous avons isolé un produit ayant la composition du glycide dichlorhydrique, mais présentant un point d'ébullition différent. Après plusieurs distillations, la majeure partie du liquide bouillait vers 94 degrés, quelques gouttes seulement vers la température indiquée pour

le glycide dichlorhydrique (100-105 degrés). Nous n'avons pas eu la pensée qu'un expérimentateur aussi habile et aussi consciencieux que M. Reboul eût pu se tromper sur le point d'ébullition du produit qu'il avait obtenu. Il nous a semblé plus probable que, dans ce cas encore, comme plusieurs fois déjà dans le cours de ces recherches, nous avions affaire à la production simultanée, dans la même réaction, de deux composés isomériques. Ce qui nous a confirmé dans cette supposition, c'est que la petite quantité de liquide recueillie entre 100 et 105 degrés présentait exactement la même composition que le produit bouillant vers 94 degrés. De plus, ce dernier se combine avec le brome pour former un bromure bouillant à 205 degrés, et le liquide bouillant entre 100 et 105 degrés, fournissait un bromure bouillant notablement plus haut. Il était probable que, dans les conditions où avait opéré M. Reboul, c'était le dernier produit qui s'était formé le plus abondamment, mais aussi que ce ne devait pas être le seul formé. Dans notre mode d'opérer, au contraire, c'était le produit bouillant à 94 degrés, identique avec celui prenant naissance par l'action du chlore à l'ombre sur le propylène chloré, qui dominait, et de beaucoup.

» Par une heureuse rencontre, nous avons pu isoler en quantité notable un propylène bichloré qui nous semble devoir être à l'état de pureté, celui même dont nous venons de parler et qui se forme en proportions variables dans l'action de la potasse sur la trichlorhydrine. Ayant cherché à préparer une grande quantité de trichlorhydrine par l'action de l'oxychlorure de phosphore sur la dichlorhydrine de la glycérine, nous avons obtenu un mauvais rendement du produit principal; mais en étudiant attentivement une assez forte proportion de produits bouillant à une température inférieure, qui avaient pris naissance, nous avons reconnu qu'ils étaient formés en grande partie d'un liquide distillant, après plusieurs fractionnements, entre 105 et 107 degrés, et présentant la composition du propylène bichloré. Ce corps présentait une odeur extrêmement irritante, due sans doute à la présence d'une petite quantité d'acroléine. Il réduisait en effet l'azotate d'argent ammoniacal. Son odeur a d'ailleurs complétement changé par un traitement au bichromate de potasse et à l'acide sulfurique étendu; elle est devenue assez semblable à celle des autres propylènes bichlorés. Ainsi purifié, il a une densité de 1,250 à zéro et de 1,218 à 25 degrés. Les densités correspondantes du produit bouillant à 94 degrés sont 1,236 à zéro et 1,204 à 25 degrés.

» Le produit fixe le brome, à la lumière diffuse un peu vive, mais moins avidement que le chlorure bouillant à 94 degrés, et donne un bro-

mure qui bout entre 220 et 225 degrés. C'est à peu près le point d'ébullition indiqué par M. Reboul. La densité du bromure est de 2,190 à zéro et de 2,147 à 25 degrés. Le bromure bouillant à 205 degrés a une densité de 2,161 à zéro et de 2,112 à 25 degrés.

» Le propylène bichloré bouillant à 106 degrés se distingue aussi de celui qui passe à 94 degrés par l'action de l'acide chorhydrique saturé à 6 degrés. Le dernier se fixe facilement à 100-105 degrés sur le propylène bichloré (94 degrés), et donne un bichlorure bouillant à 125 degrés, et identique avec le méthylchloracétol chloré. Le nouveau chlorure a noirci en présence du même réactif, mais ne s'y est combiné ni à 100 ni à 150 degrés.

» Comme le propylène chloré bouillant à 94 degrés, celui bouillant à 106 degrés fournit, par l'action ménagée de la potasse alcoolique à 100 degrés, un éther chloré $C^3H^4ClOC^2H^5$. Ce dernier bout entre 120 et 125 degrés. Il se forme en même temps une petite quantité d'éther propargylique, dont la présence est facile à reconnaître par l'action de l'azotate d'argent ammoniacal.

» Cet éther chloré est isomérique avec celui fourni par l'action de la potasse alcoolique sur le propylène bichloré bouillant à 94 degrés. Ce dernier bout vers 110 degrés. Sa densité est de 1,011 à zéro et de 0,995 à 21°,5. Celle du nouvel éther est de zéro à 1,021 et de 0,994 à 25 degrés. On voit que tous ces produits ont un point d'ébullition plus élevé et une densité plus forte que ceux de la série du propylène chloré bouillant à 94 degrés.

» Le nouvel éther paraît être identique avec celui que M. L. Henry a obtenu en fixant deux atomes de chlore sur l'oxyde d'éthyle-allyle, et en traitant le produit par la potasse alcoolique. Il fixe deux atomes de brome avec une assez grande avidité. Le produit obtenu diffère notablement de celui que fournit l'éther chloré bouillant à 110 degrés. Il distille vers 220 degrés, mais non sans une forte décomposition qui se renouvelle quand on redistille le produit. Le liquide brunit et il se dégage beaucoup d'acide bromhydrique. Dans le liquide distillé, il se dépose de petites lamelles cristallines, que l'on peut séparer par filtration, et qui alors présentent un aspect fortement nacré, mais sont tellement altérables qu'elles disparaissent bientôt du filtre séché. Nous n'en avons pas eu assez à notre disposition pour pouvoir déterminer dès maintenant leur nature.

» Comment le nouveau propylène bichloré a-t-il pris naissance? Nous avons supposé que c'était par la déshydratation de la dichlorhydrine par

l'acide phosphorique formé dans la réaction d'une partie de la dichlorhydrine sur l'oxychlorure de phosphore

$$C^3H^4Cl^2 = C^3H^5Cl^2OH - H^2O.$$

» Nous avons vérifié directement qu'il en est bien ainsi.

» Ayant mélangé une certaine quantité de dichlorhydrine bouillant à 174 degrés et provenant de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'épichlorhydrine avec de l'acide phosphorique anhydre, molécule pour molécule, et ayant chauffé doucement, nous avons vu noircir le contenu du ballon. Par le refroidissement, le tout s'est pris en une masse solide. Nous avons ajouté de l'eau; la réaction sur le produit n'a pas été vive, et en distillant, nous avons vu passer avec les premières portions d'eau une quantité notable d'un liquide huileux qui s'est trouvé identique avec le propylène bichloré bouillant à 107 degrés. Il a fourni comme lui un bromure bouillant entre 220 et 225 degrés.

» On a considéré, dans ces derniers temps, la dichlorhydrine préparée à la façon ordinaire comme formée d'un mélange de deux dichlorhydrines isomériques bouillant, l'une à 174 degrés, l'autre à 182 degrés. Cette dernière serait identique avec le produit obtenu par MM. Tollens et Henninger en fixant du chlore sur l'alcool allylique.

» Pour établir la constitution du nouveau propylène bichloré, il était important de savoir si cette deuxième dichlorhydrine n'est pas aussi susceptible de le fournir. Nous avons pour cela préparé le bichlorure d'alcool allylique et nous l'avons traité par l'acide phosphorique anhydre, comme nous l'avions fait pour la dichlorhydrine préparée avec l'épichlorhydrine et bouillant vers 174 degrés. Nous n'avons obtenu que quelques gouttes à peine d'un liquide sans point d'ébullition fixe, quoique ayant employé près du double de matière première. Nous pensons pouvoir conclure de là que le glycide dichlorhydrique dérive uniquement de la dichlorhydrine qui résulte de la fixation de HCl sur l'épichlorhydrine.

» Il résulte de là les formules de constitution suivante, que nous donnons d'ailleurs sous toutes réserves, bien qu'elles s'accordent parfaitement avec les faits connus.

» Elles partent de la supposition que l'alcool allylique est $CH^2CH\ CH^2OH$.

Propylènes bichlorés (1).

1. (75°). CH^3	2. (94°). CH^2Cl	3. (106°). CH^2Cl
CCl	CCl	CH
$CHCl$	CH^2	$CHCl$

Éthers chlorés et dérivés bromés correspondant aux propylènes bichlorés 2 *et* 3.

2. $CH^2OC^2H^5$	$CH^2OC^2H^5$	3. $CH^2OC^2H^5$	$CH^2OC^2H^5$
CH^2	$CClBr$	CH	$CHBr$
CCl	CH^2Br	$CHCl$	$CHClBr$

» Le composé cristallisé dérivé de ce dernier pourrait être

$$CCl.C.CH^2OC^2H^5,$$

c'est-à-dire l'éther propylique dans lequel l'hydrogène acétylénique serait remplacé par Cl. Il serait formé par perte de 2HBr.

Dichlorhydrines.

1. De l'épichlorhydrine.	2. De l'alcool allylique.
CH^2Cl	CH^2Cl
$CHOH$	$CHCl$
CH^2Cl	CH^2OH

» Ces formules ne sont pas d'accord avec celles de M. Henry ni, pour les deux dichlorhydrines, avec celles de MM. Hübner et Müller; mais nous pensons qu'elles expriment mieux l'ensemble des faits. »

CHIMIE. — *Théorie générale de l'action chimique : deux nouveaux acides provenant de l'oxydation du sucre; par* **M. E.-J. Maumené.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Les nombreux travaux relatifs à l'oxydation du sucre n'ont présenté jusqu'à présent que des résultats confus, ce qui est inévitable dans l'étude d'un corps aussi *composé* que le sucre et aussi mobile, surtout quand cette étude n'a pas d'autre secours que les hypothèses de mes prédécesseurs. Les résultats acquièrent une précision jusqu'ici complétement inconnue, quand on dirige la même étude d'après les indications de ma théorie. L'Académie va le reconnaître et en sera, je pense, très-frappée, lorsqu'elle saura que le permanganate de potasse, agent d'oxydation si puissant, peut être employé pour oxyder le sucre à un faible degré, pourvu que son em-

(1) Nous ferons remarquer que tous ces corps, de même que le chlorure $CH^2.CH.CHCl^2$, dérivé de l'acroléine, se rapportent au type de constitution du propylène $CH^2.CH.CH^3$.

ploi soit dirigé par les règles si sûres dont j'ai déjà soumis tant d'exemples à son jugement. Cette faible oxydation donne deux acides nouveaux d'une extrême importance, l'acide *hexépique* $C^{12}H^{12}O^{16}$ et l'acide trigénique $C^6H^6O^{10}$ (1).

» Voici comment la découverte et la préparation de ces acides m'ont été indiquées par ma théorie : l'équivalent du sucre $C^{12}H^{11}O^{11} = 171$; celui du permanganate de potasse = 158. Ces deux corps, tous deux très-solubles dans l'eau, peuvent être *mêlés* à une basse température, et l'on a

$$Mn = \frac{171}{158}\ 1{,}08.$$

» Que l'Académie me permette d'insister un peu sur cette formule. Après huit ans d'efforts, ma théorie commence à attirer l'attention. L'exemple actuel va permettre aux chimistes d'en apprécier à la fois les avantages et les *petites difficultés arithmétiques*.

» Dans beaucoup de cas, le quotient 1,08 peut être réduit à 1,00 sans *erreur chimique* sensible; on a alors

$$\text{(A)}\qquad C^{12}H^{11}O^{11} + Mn^2O^7.KO = C^{12}H^{11}O^{15}.KO + Mn^2O^3;$$

mais, dans un petit nombre de cas, et en particulier dans le cas actuel, la petite correction arithmétique dont je viens de parler peut causer une *erreur chimique* très-grave, car elle empêche de distinguer le deuxième acide. Il faut donc toujours calculer le changement que peuvent éprouver les résultats en conservant une valeur plus exacte du quotient, ce qui donne,

au lieu de 1,08 pour 1,00,
10,8 pour 10,0, ou, *à très-peu près*, 11 pour 10.

On trouve alors

$$\text{(B)}\quad \left\{ \begin{array}{l} 10C^{12}H^{11}O^{11} + 11Mn^2O^7.KO \\ \quad = 9C^{12}H^{11}O^{15}.KO + 2C^6H^5O^9.KO + HO + 11Mn^2O^3. \end{array} \right.$$

---

(1) Dans une séance prochaine, j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie un système complet de nomenclature des corps organiques. Qu'il me soit permis d'indiquer ici seulement la marche relative aux noms des acides $C^mH^nO^p$. C^mH^n est considéré comme un hydrocarbure dont je forme le nom d'après la règle soumise à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 911); à ce nom, j'ajoute la terminaison *ique*, avec une consonne de liaison, prise dans l'alphabet au rang de même chiffre que le nombre des équivalents d'oxygène. Ici l'hydrocarbure est $C^{12}H^{12}$, l'hexène. Il y a 16 équivalents d'oxygène. La seizième lettre de l'alphabet est *p*, ce qui donne (avec élision) acide *hexé*(ne)*pique*.

» On voit, par cette équation (B), que l'acide $C^{12}H^{11}O^{15}$ forme toujours la masse principale du produit; mais on découvre, ce qui échappait dans l'équation (A), la formation du deuxième acide, ce qui, dans le cas actuel, a une importance qui saute aux yeux.

» L'expérience donne à ces calculs théoriques, faits *a priori*, la sanction la plus précise : après avoir fait dissoudre 200 grammes de sucre candi, par exemple, dans 2 litres d'eau, on met la liqueur en rotation très-vive, pendant qu'un aide verse un poids égal de permanganate dissous lui-même dans 4 litres d'eau. Presque aussitôt (à + 25 degrés) le mélange s'échauffe et atteint, en quinze ou vingt minutes, la température de 45 à 48 degrés. A ce point, la liqueur se prend en un caillot solide de Mn^2O^3, malgré la grande quantité d'eau. Des secousses violentes ou une nouvelle addition d'eau permettent de jeter la masse sur des filtres, et l'on reçoit alors une liqueur parfaitement incolore, parfaitement neutre, dont le goût n'a plus rien de sucré, et qui conserve pourtant un pouvoir rotatoire presque égal à celui du sucre et dans le même sens.

» Cette liqueur donne, avec l'acétate de plomb neutre, un précipité blanc cristallin que l'acide HS décompose en PbS et solution incolore, très-fortement acide. Cette solution doit être évaporée à une température peu élevée, soit dans le vide, soit dans l'air sec. Elle fournit l'acide hexépique, dont je n'ai pas encore obtenu les cristaux.

» La solution primitive, traitée par l'acétate tribasique après l'acétate neutre, donne un deuxième précipité plombique d'où l'on sépare de la même manière le deuxième acide.

» La liqueur neutre, telle qu'on la reçoit sous les filtres où reste Mn^2O^3, contient les deux sels de potasse des deux acides et offre les caractères suivants :

» Elle précipite par le CaCl et donne un composé cristallin peu soluble.

» L'AgO.AzO^5 la précipite en blanc dans l'obscurité; mais, même hors des atteintes de la lumière solaire, ce précipité jaunit, brunit et devient brun foncé, presque comme PbO^2. Séché et soumis à une douce chaleur, ce précipité détone à la manière de l'oxalate d'argent, mais en produisant des vapeurs condensables de l'odeur d'acétone et de sucre brûlé.

» Le Au^2U^3 est immédiatement décomposé à froid, avec production d'un précipité noir bleu qui doit être Au^2U^2O, d'après ma théorie.

» On n'obtient aucun précipité dans les sels de BaO, Fe^2O^3, Al^2O^3, Cr^2O^3 (aluns ammoniacaux). On peut faire bouillir avec Fe^2U^3 sans réduction.

» La lumière modifie promptement ces résultats. Les sels de CuO, qui ne donnent aucun précipité à froid et dans la lumière diffuse, ne tardent pas à offrir un précipité vert au soleil. La solution, mêlée d'un petit excès d'$AgO.AzO^5$, donne, dans les mêmes conditions, une réduction avec miroir métallique et liqueur brune.

» Ces caractères suffisent pour établir l'existence de corps nouveaux. Je vais me hâter le plus possible d'étudier ces acides avec le plus grand soin; leur intérêt paraîtra très-grand après le rapprochement que voici :

Acide hexépique		$C^{12}H^{12}O^{16}$,
» saccharique (et mucique)		$C^{12}H^{10}O^{16}$,
» malique	$C^8H^6O^{10}\times\frac{3}{2}=$	$C^{12}H^9O^{15}$,
» tartrique	$C^8H^6O^{12}\times\frac{3}{2}=$	$C^{12}H^9O^{18}$,
» mannitique		$C^{12}H^{12}O^{14}$,
» carbométhylique	$C^4H^4O^6\times 3=$	$C^{12}H^{12}O^{18}$.

» Il est plus que probable que l'acide hexépique et l'acide trigénique existent dans un grand nombre de matières végétales, principalement dans les plantes sacchariferes. Je me propose de faire cette recherche aussitôt après avoir établi tous les caractères des nouveaux acides. Ils existent également dans les liqueurs de la préparation de l'acide saccharique. J'aurai l'honneur de communiquer les résultats de cette étude à l'Académie au fur et à mesure de leurs progrès. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* Cinquième Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Claude Bernard.

« Les Communications que j'ai eu l'honneur de faire jusqu'à ce jour à l'Académie (voir *Comptes rendus*, 1871, t. LXXIII, p. 213 et 503; 1872, t. LXXIV, p. 617, et t. LXXV, p. 29) ayant montré que les effets produits sur les animaux par les modifications dans la pression barométrique sont dus à peu près exclusivement à l'action de l'oxygène ambiant (lorsqu'il ne s'agit pas d'air confiné), je dois maintenant faire connaître les résultats de mes recherches relatives à la composition des gaz contenus dans le sang des animaux placés dans ces conditions. Je parlerai aujourd'hui de la *diminution de pression* et des gaz du sang artériel.

» Le procédé opératoire ne laisse pas que d'être délicat et compliqué, et nécessite de vastes appareils. L'animal (chien) est introduit dans une chambre en tôle boulonnée, éclairée par de nombreux hublots, et le long des parois

de laquelle on l'attache solidement. L'expérimentateur, qui peut se mouvoir à l'aise dans cette chambre, où il ne reste que pour les préparatifs de l'expérience, met à découvert une artère, y interrompt le cours du sang par une sorte de longue pince qui traverse les parois de tôle, et qu'on manœuvre de l'extérieur; il y introduit ensuite une sonde, allant également déboucher à l'extérieur, et par laquelle il retirera le sang artériel. L'appareil étant ensuite soigneusement fermé par une porte garnie de bourrelets de caoutchouc, on diminue progressivement la pression à l'aide d'une machine à vapeur. Un système de robinets, dont la description ne saurait prendre place ici, permet d'entretenir ainsi autour de l'animal un courant d'air plus ou moins dilaté, mais toujours chimiquement pur. Je puis, dans cet appareil, abaisser la pression jusqu'à 15 centimètres, c'est-à-dire un cinquième d'atmosphère.

» On extrait le sang, à l'aide d'une seringue, par la sonde dont il a été question, après qu'on a, du dehors, ouvert la pince qui étranglait l'artère. Ici les plus grandes précautions sont nécessaires pour éviter un accident singulier et très-redoutable. Lorsque la pression est diminuée de plus de 15 à 20 centimètres, l'air du dehors tend à s'introduire dans le sang de l'animal, puisque la pression de ce sang n'est que de 15 à 20 centimètres; si l'on ne prend pas des soins minutieux et qui exigent une certaine complication dans l'outillage, des bulles d'air arrivent au cœur gauche, sont de là lancées dans les artères, et occasionnent des troubles variés suivant l'endroit où elles vont s'arrêter, interceptant la circulation. J'ai, par exemple, obtenu de la sorte des ramollissements localisés du cerveau. Si les bulles sont assez nombreuses, l'animal périt rapidement, et si on laisse l'air pénétrer par cette lente et puissante injection, il arrive à remplir tout le système vasculaire sanguin et même lymphatique d'une manière très-fine et qui pourrait être utilisée par les anatomistes.

» L'artère à laquelle je prends le sang est d'ordinaire une carotide, parfois une fémorale, et je crois nécessaire de revenir, à ce propos, sur l'erreur dans laquelle sont tombés MM. Estor et Saint-Pierre, prétendant qu'il y a une différence énorme, au point de vue de la richesse en oxygène, entre le sang de ces deux artères. Ce n'est pas sans étonnement que, après la critique dont leurs assertions avaient été l'objet dans mes *Leçons sur la physiologie de la respiration*, publiées en 1869, critique à laquelle il n'a pas été répondu, après les expériences si décisives présentées récemment à l'Académie par MM. Mathieu et Urbain, j'ai vu reproduire (voir *Comptes rendus*,

1872, t. LXXIV, p. 330) cette assertion complétement erronée. En tous cas, dans mes expériences, le sang que j'extrais à plusieurs reprises, pour en comparer la composition gazeuse, est toujours pris à la même artère.

» Les gaz du sang sont ensuite extraits par la pompe à mercure que construit M. Alvergniat; grâce à l'adjonction du tube refroidisseur imaginé par M. Gréhant et à l'emploi d'une température d'environ 80 degrés, j'arrive à extraire tous les gaz en deux ou trois coups de pompe, c'est-à-dire en deux ou trois minutes. J'ai quelquefois, pour éviter une mousse coagulable, introduit dans l'appareil, avant le sang, une certaine quantité d'eau; cette pratique, contrairement aux dires de MM. Estor et Saint-Pierre, ne modifie pas les résultats d'une manière appréciable.

» Des expériences critiques préalables m'ont fait voir que les causes d'erreurs inhérentes à mes procédés d'extraction et d'analyse ne portent que sur la première décimale pour l'oxygène, et ne peuvent guère modifier que d'une unité le chiffre de l'acide carbonique. Quant aux modifications dues à l'animal lui-même (agitation plus ou moins grande, respiration plus ou moins rapide, digestion, anesthésie, pertes de sang, etc.), elles dépassent à peine une unité pour l'oxygène, et deux ou trois pour l'acide carbonique : je diffère en ceci, sur plusieurs points de détail, de MM. Mathieu et Urbain.

» La grande complexité des résultats obtenus me force à en placer un certain nombre sous les yeux de l'Académie, afin de montrer à la fois ce qu'on peut en conclure dès aujourd'hui, et les inconnues qu'ils recèlent encore. Les chiffres rapportés indiquent en centimètres cubes le volume des gaz (à 0 degré et 76 centimètres de pression) pour 100 centimètres cubes de sang : je n'ai pas indiqué l'azote, qui est sans importance.

a. Pression de 76^c : O, 21,6; CO^2, 36,3. — Pression de 57^c : O, 18,6; CO^2, 35,4.

b. A 76^c : O, 17,4; CO^2, 33,8. — A 56^c : O, 15,5; CO^2, 28. — A 46^c : O, 12,5; CO^2, 26,4. — A 36^c : O, 10,8; CO^2, 22,8.

c. A 76^c : O, 21,9; CO^2, 34,7. — A 56^c : O, 21,1; CO^2, 34,7. — A 46^c : O, 20,3; CO^2, 30,5.

d. A 76^c : O, 20,1; CO^2, 41,1. — A 46^c : O, 13,2; CO^2, 40,7. — A 36^c : O, 8,9; CO^2, 34,3.

e. A 76^c : O, 20,6; CO^2, 39. — A 36^c : O, 11,9; CO^2, 25,2.

f. A 76^c : O, 13,3; CO^2, 34,9. — A 36^c : O, 8,5; CO^2, 21,4 (animal malade).

g. A 76^c : O, 19,4; CO^2, 48,4. — A 31^c : O, 13,6; CO^2, 36,5.

h. A 76^c : O, 18,8; CO^2, 39,7. — A 31^c : O, 12; CO^2, 31.

i. A 76^c : O, 22,6; CO^2, 39,7. — A 26^c : O, 9,8; CO^2, 23,1.

k. A 76^c : O, 18,3; CO^2, 32,8. — A 26^c : O, 9,8; CO^2, 24,5.

l. A 76^c : O, 21,5; CO^2, 41,9. — A 22^c : O, 10,7; CO^2, 22.

m. A 76^c : O, 20,8; CO^2, 46,1. — A 18^c : O, 7,6; CO^2,12,9.— A 16^c : O,7,1; CO^2, 11,9.

» On peut tirer de ce Tableau les conclusions suivantes :

» 1° Quand la pression diminue, la quantité des gaz contenus dans le sang diminue également. Donc un homme qui s'élève en ballon ou gravit une montagne a dans le sang, à sa disposition, pour exciter ses tissus et fournir à sa dépense de forces et de chaleur, une quantité de plus en plus petite, et bientôt insuffisante, d'oxygène. De là, nécessité de s'arrêter souvent dans les ascensions de montagne, et impossibilité de dépasser une certaine limite où l'asphyxie devient menaçante. Le même appauvrissement se manifeste pour l'acide carbonique, sans qu'on puisse aujourd'hui en indiquer les conséquences. Dans tous les cas, il est bien évident que l'on ne pourrait plus, comme on l'a fait récemment encore, soutenir « que la » majeure partie des troubles fonctionnels caractéristiques du *mal des mon-* » *tagnes* doit être rapportée à une véritable intoxication par l'acide carbo- » nique dissous en trop forte proportion dans le sang » (*Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*, article *Altitudes;* 1866), puisque la proportion de ce gaz diminue toujours avec la pression barométrique, quelle qu'ait été l'agitation de l'animal.

» 2° La diminution dans la proportion d'oxygène devient manifeste dès 20 centimètres de diminution de pression, c'est-à-dire dans des conditions à peu près égales à celles où vivent des millions d'hommes, particulièrement sur le plateau mexicain de l'Anahuac. Ces hommes sont donc régulièrement placés dans des conditions d'oxygénation insuffisante, qui, si le nombre de leurs globules sanguins n'augmente pas d'autre part, doit les faire ressembler à des anémiques; ils sont, pour employer l'expression de M. le Dr Jourdanet, qui a étudié les conséquences médicales de ce fait et en a signalé, je dirai même démontré, autant que l'observation seule pourrait le faire, la cause véritable (1), ils sont *anoxyémiques*. Les dénégations opposées parfois avec une singulière ardeur aux idées de M. Jourdanet sur cette influence des altitudes tombent donc devant les analyses directes des gaz du sang.

» 3° Dans la majorité des cas, l'oxygène diminue en proportion plus forte que l'acide carbonique; mais il existe, sous ce rapport comme sous

---

(1) Jourdanet. *Le Mexique et l'Amérique tropicale,* 1864.

le rapport de la diminution absolue, entre les divers animaux, des différences inexplicables actuellement; différences qui doivent exister entre les hommes, et qui indiquent une des raisons (si elles ne peuvent encore donner la cause fondamentale) pour lesquelles certains hommes supportent presque impunément des diminutions de pression sous lesquelles d'autres sont malades et incapables de tout travail.

» Si nous prenons comme exemple la pression de 36 centimètres, qui présente cet intérêt particulier qu'elle marque à peu près la limite supérieure des ascensions dans les montagnes (Boussingault), nous voyons que la perte d'oxygène a été, dans les divers cas cités (expériences *b*, *d*, *e*, *f*), de 36, 38, 42, 56 pour 100.

» Ces différences s'opposent à ce qu'on puisse dès aujourd'hui indiquer avec une approximation satisfaisante la loi de diminution pour l'un ou l'autre gaz. L'acide carbonique, du reste, présente encore plus d'irrégularités que l'oxygène, et cela se comprend un peu, puisqu'il existe dans le sang sous deux états (bicarbonates et phospho-carbonates de Fernet), dont la proportion relative doit varier d'un animal à l'autre.

» 4° En définitive, bien qu'il n'y ait dans le sang que des quantités extrêmement faibles de gaz simplement dissous, les combinaisons chimiques dans lesquelles ces gaz sont engagés se dissocient très-aisément et d'une manière progressive sous l'influence de la diminution de pression. Chose remarquable, et sur laquelle je reviendrai un jour, cette dissociation se fait beaucoup plus facilement dans l'organisme que dans les expériences *in vitro*. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Carnassiers et les Chéiroptères dont on trouve les débris fossiles dans les gisements de phosphorite de Caylux, Fregols, Concots.* Note de **M. H. Filhol**, présentée par M. Milne Edwards.

« L'exploitation des divers gisements de phosphorite rencontrés dans les départements du Lot et du Tarn-et-Garonne a mis à découvert, durant ces derniers temps, une série d'ossements fossiles, d'une conservation admirable, que les paléontologistes ont cru devoir rapporter à l'époque tertiaire. Dans une Communication faite à l'Institut le 27 mai 1872, M. Gervais a appelé l'attention sur le mélange d'espèces que jusqu'à présent l'on n'était pas accoutumé à voir réunies. Au mois d'avril de cette année, j'ai visité tous les dépôts déjà connus de phosphorite, et, en traversant le plateau que les habitants du pays désignent sous le nom de *Cosse* ou plutôt de

Causse (région de la chaux), j'ai pu réunir un nombre assez considérable d'ossements fossiles, parmi lesquels il m'a paru y avoir des espèces nouvelles. Dans cette Note je ne m'occuperai que des Carnassiers et des Chéiroptères, réservant pour une prochaine Communication ce qui a rapport aux autres ordres de la classe des Mammifères.

» Je signalerai tout d'abord une mâchoire inférieure de *Felis* de petite taille, se séparant nettement par ses caractères des *Felis* actuellement vivants et se rapprochant par sa formule dentaire du *Felis quadridentata* découvert, dans les dépôts du tertiaire moyen de Sansan (Gers), par M. Lartet.

» Ce qui frappe dans cette mâchoire, comme dans celle du *Felis quadridentata*, c'est un alvéole petit, ovale et non rond comme dans le *Felis* de Sansan, situé immédiatement en arrière du bord postérieur de la canine. Mais cet alvéole est plus rapproché de la molaire que dans le *Felis* découvert par M. Lartet.

» L'espace qui sépare la face interne de la canine de la symphyse est très-peu étendu, ce qui prouve que les incisives chevauchaient les unes sur les autres, comme le démontrent leurs alvéoles qui sont parfaitement intacts.

La troisième molaire présente un talon très-prononcé qui ne se rencontre dans aucune des espèces fossiles décrites, excepté dans le *Felis quadridentata* et dans le *Pseudelurus intrepidus* découvert dans le pliocène du Nébraska par M. Leidy.

» On peut se convaincre que cette mâchoire appartient à un félin bien différent de tous ceux de l'époque actuelle, puisqu'il y a une prémolaire de plus. Par ce caractère, ainsi que par l'existence d'un talon très-développé à la carnassière, il se rattache au groupe des *Pseudelurus* (Gervais), qui ne comprend que deux espèces : le *Felis quadridentata* décrit par M. Lartet et le *Pseudelurus intrepidus* de M. Leidy. Mais il se différentie par sa taille, très-inférieure à celle de ces deux espèces. Je crois qu'il constitue une espèce nouvelle que je propose de nommer *Pseudelurus Edwardsii*.

« Une autre mâchoire est plus remarquable encore, car elle indique un type zoologique absolument inconnu dans la nature actuelle et qui sert de lien entre deux familles, au premier abord distinctes, celle des Chats ou Félins, celle des Martes ou Mustelins.

» Par sa formule dentaire elle se rapproche des Putois. Mais, indépendamment d'une taille très-considérable, elle présente ceci de particulier, c'est que sa molaire principale est tranchante et absolument semblable à une dent de *Felis*. Il semble donc résulter de l'examen de cette pièce que,

si anciennement les *Felis* et les Viverridés étaient très-nettement séparés, il y a eu un moment où, comme le prouve la mâchoire découverte à Caylux, ces caractères si distinctifs ne se sont pas maintenus, et où il y a eu des genres intermédiaires. Cette mâchoire présente des rapports intimes comme forme des molaires et comme nombre des dents avec le *Dinictis felina* de Leidy; mais elle ne peut rentrer dans la même division générique, car chez ce dernier la canine supérieure est énorme et en forme de poignard, et se place dans un intervalle que l'on remarque à la mâchoire inférieure, entre la canine et la première molaire. Cet intervalle n'existe pas sur la mâchoire de Caylux. Je propose de désigner ce nouveau genre sous le nom de *Aelurogale intermedia*.

» J'ai trouvé à Caylux deux mâchoires de Chien, présentant trois prémolaires, une carnassière et deux tuberculeuses. Par la forme de sa molaire principale, la première mâchoire paraît se rapprocher du *Canis issidiorensis* et, par la brièveté de sa portion antérieure, du *Canis brevirostris*. Mais la forme et la brièveté du maxillaire, sa taille bien différente, l'examen de ses dents, le font nettement séparer de ces deux espèces; je crois qu'on peut le considérer comme une espèce nouvelle, que je désignerai par le nom de *Canis caylucencis*.

» La seconde mâchoire n'a pas sa molaire principale en place. Ce Chien a le même nombre de dents que le précédent, mais il s'en distingue d'une manière on ne peut plus nette par sa taille et par la forme du corps de la mâchoire. Chez lui comme chez le *C. caylucensis*, la mâchoire est très-ramassée sur elle-même, l'alvéole de la canine est large et indique une dent puissante. N'ayant trouvé dans aucun travail rien qui pût être rapporté aux caractères que j'ai observés sur ce maxillaire, je crois qu'on peut le considérer comme appartenant à une espèce nouvelle : *Canis Gaudryi*.

» A Cregols, j'ai découvert une exploitation de phosphorite d'où l'on extrayait une brèche constituée en entier par des ossements de Chauves-Souris. J'ai l'intention d'étudier en détail cet important dépôt; mais je dois dire qu'à l'heure actuelle il m'a été possible d'isoler plusieurs crânes, d'obtenir plusieurs séries dentaires complètes, qui m'ont montré d'une manière nette que ces Chéiroptères devaient être rapportés au genre *Rhinolophus*. Je désignerai cette espèce sous le nom de *Rhinolophus antiquus*. »

BOTANIQUE. — *Sur une nouvelle espèce du genre* Althenia. Note de **M. Duval-Jouve**, présentée par M. Duchartre.

« Le genre *Althenia*, établi en 1829 par Félix Petit (1), a été réduit jusqu'à présent à une seule espèce, à l'*Alth. filiformis* (Petit), recueillie par l'auteur dans le Valcarès, étang salé du centre de la Camargue. C'est une toute petite plante, qui, d'un point central, émet à la surface de la vase quelques courts et rares stolons, d'où s'élèvent des tigelles ayant à peine $\frac{1}{2}$ centimètre de hauteur.

» Or, le 23 juin dernier, nous avons rencontré, en grande quantité, dans des flaques d'eau saumâtre, au midi des Onglous (station de la ligne du Midi, entre Agde et Cette) une plante du genre *Althenia*, avec des stolons courant très-loin sous la vase et donnant naissance à de nombreuses tiges, hautes de 10 à 50 centimètres, c'est-à-dire ayant de vingt à cent fois les dimensions de l'espèce primitive.

» Cette différence de taille, quoique dans les mêmes conditions de milieu, n'était pas un motif suffisant pour faire présumer une différence spécifique; mais l'examen de toutes les parties nous a montré qu'elles diffèrent en tout de celles de l'espèce connue, et qu'ainsi le genre *Althenia* s'est accru d'une nouvelle espèce, française et méditerranéenne comme la première.

» En donnant au genre qu'il établissait le nom d'*Althenia*, Petit avait voulu, nous dit-il, rappeler les services qu'Althen avait rendus à la Provence et au Languedoc, en y introduisant, vers le milieu du siècle dernier, la culture de la garance. En donnant à l'espèce nouvelle le nom de *Alth. Barrandonii*, j'ai voulu de mon côté rappeler les services que M. Barrandon, de Montpellier, a rendus à la Botanique, en recueillant les matériaux de la flore de l'Hérault.

» Voici l'indication sommaire des caractères qui distinguent l'*Alth. Barrandonii* de l'*Alth. filiformis* (Petit). La plante de Petit a de *courts stolons, présentant entre chaque tigelle une écaille;* les feuilles de chaque tigelle, *contiguës, serrées en paquet et se recouvrant les unes les autres,* se terminent par un limbe capillaire un peu *concave* à sa face supérieure; la capsule, *tronquée* à ses extrémités, a ses *faces divisées par une crête saillante* et ses *marges bordées d'une aile membraneuse, large, très-mince et ondulée.* — Notre plante a plutôt des *rhizomes* que des stolons, *sans écailles* entre les longues

---

(1) *Ann. Scienc. d'obs.*, t. I, p. 451, tab. 12.

tiges qui s'en élèvent; ses feuilles, *éparses* sous les tiges, sont écartées entre elles de deux à trois centimètres; leur limbe est *filiforme*, plutôt que capillaire, et *convexe* sur les deux faces; la capsule, plus grosse, *atténuée à ses extrémités*, a ses *faces tout unies*, sans ligne saillante, et ses *marges non ailées membraneuses*, mais *épaissies en bourrelet*, comme certaines espèces de *Zannichellia*.

» Ce dernier caractère est très-important, en ce qu'il fournit un rapprochement entre ces deux genres si voisins, et devra faire retrancher des caractères génériques des *Althenia* celui des ailes marginales de la capsule, mentionné par Petit, Endlicher et autres, mais non par Kunth, qui paraît avoir eu sous les yeux, en faisant sa description, un échantillon de notre grande plante.

» Pour le reste, les caractères génériques sont absolument identiques.

» L'étude anatomique du limbe m'a démontré qu'Endlicher avait eu tort de dire : « *Folia brevia, nervo medio elongato excurrente aristata* », ou, en d'autres termes, de considérer la région élargie de l'organe foliaire comme la vraie feuille, et la partie capillaire comme une arête fournie par la nervure médiane isolée et prolongée, tandis que Petit et Kunth avaient eu pleine raison de considérer comme une gaîne la région élargie et de voir un limbe dans le long fil qui s'en détache. Cette dernière partie présente en effet, autour du faisceau fibro-vasculaire médian, un parenchyme abondant avec lacunes longitudinales, et vers chacun de ses bords un faisceau de tissu prosenchymateux; le tout recouvert par un épiderme dont les cellules sont remplies de chlorophylle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aldéhydes condensées avec élimination d'eau ou aldanes*. Note de **M. J. Riban**, présentée par M. Balard.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« On sait que les aldéhydes, sous l'influence de certains agents, et notamment de l'acide chlorhydrique, peuvent se condenser avec élimination d'eau. M. Kekulé a fait connaître le premier terme de ces condensations, auquel il a donné le nom d'*aldéhyde crotonique*. M. Borodine et moi-même avons, chacun de notre côté, signalé la formation d'un produit analogue, obtenu par l'action de la chaleur seule sur l'aldéhyde valérique; dans ces conditions, deux molécules de valéraldéhyde se soudent, avec élimination de H^2O, pour donner naissance au produit condensé $C^{10}H^{18}O$. M. Wurtz a décrit tout récemment, sous le nom d'*anhydride de l'aldol*, un corps représentant quatre molécules d'aldéhyde moins H^2O.

» J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie un nouveau mode de formation de ces composés, et de l'entretenir de deux termes nouveaux de condensation.

» Les aldéhydes peuvent se condenser avec élimination d'eau, ainsi qu'il résulte de nos propres expériences et de celles des auteurs précités. J'ai pensé que les métaux susceptibles de décomposer l'eau solliciteraient la formation de ce corps en donnant naissance à des produits condensés. C'est ce que l'expérience a vérifié; j'ai successivement employé le sodium et le zinc métallique.

» *Aldéhyde acétique.* — Le sodium réagit sur cette aldéhyde en solution éthérée et refroidie, avec dégagement d'hydrogène. Après élimination du métal entré en dissolution par un courant de gaz chlorhydrique sec jusqu'à faible réaction acide, on neutralise par du carbonate de soude desséché, on sépare le chlorure de sodium formé et l'on chasse l'éther au bain-marie : il reste un liquide sirupeux, incolore, que l'on distille dans le vide. Cette distillation fournit de l'aldol $C^4H^8O^2$, corps récemment découvert par M. Wurtz, et une substance qui paraît être l'anhydride de l'aldol; il reste au delà de 180 degrés, dans le vide, des produits visqueux presque incolores. La transformation de l'aldéhyde en produits de condensation est très-rapide, elle est généralement terminée en une demi-heure.

» *Aldéhyde valérique.* — L'aldéhyde valérique, traitée par l'amalgame de sodium ou le sodium en nature, donne naissance au composé $C^{10}H^{18}O$, bouillant à 190 degrés et représentant deux molécules d'aldéhyde moins H^2O : c'est le corps que nous avons déjà signalé.

» L'action du sodium étant très-énergique, nous avons eu recours au zinc, en descendant l'échelle classique des métaux. Après nous être assuré que ce métal, en copeaux, décompose l'eau à 100 degrés, en vase clos, avec assez d'énergie pour donner des résultats pratiques, nous l'avons fait réagir sur les aldéhydes acétique, valérique, benzoïque et sur l'acétone.

» *Aldéhyde acétique.* — On chauffe ce corps, à 100-104 degrés, avec du zinc en copeaux, dans des tubes scellés très-résistants, que l'on ouvre toutes les trois ou quatre heures pour donner issue au gaz hydrogène produit en abondance par la décomposition de l'eau; on arrête la chauffe, quand le dégagement de gaz commence à diminuer. On trouve alors le zinc complétement transformé en hydrate d'oxyde, et l'aldéhyde en un liquide épais incolore, mélange de plusieurs produits condensés. On sépare ces corps par

distillation, dans un vide à 2 centimètres. Il passe d'abord de l'aldéhyde crotonique, un peu d'aldol, puis de 140-160 degrés un nouveau produit de condensation. Au delà de 180 degrés, il reste un résidu épais, transparent, qui se décompose à la distillation et qui contient beaucoup d'oxyde de zinc combiné.

» Le produit bouillant de 140-160 degrés passe de 140-150 degrés par une nouvelle distillation dans le vide, bout vers 220 degrés sous la pression normale et correspond à la formule $C^6H^{10}O^2$:

	Expérience.	Calcul.
Carbone	63,2	63,2
Hydrogène	9,3	8,8

Il représente 3 molécules d'aldéhyde moins H^2O :

$$\underbrace{3C^2H^4O}_{\text{Aldéhyde.}} - H^2O = C^6H^{10}O^2.$$

» C'est un liquide assez mobile, incolore, plus léger que l'eau, d'une odeur rappelant celle de certaines menthes sauvages. Il paraît se décomposer par des distillations prolongées avec formation d'eau et de produits supérieurs de condensation; il se combine aux bisulfites alcalins avec production de chaleur, en donnant naissance à une combinaison cristallisée. La formule de constitution de ce corps doit être

$$\begin{array}{l} H^2C - COH, \\ \;\;| \\ HC - CH^3, \\ \;\;| \\ H^2C - COH. \end{array}$$

Il devrait donner par hydrogénation une aldéhyde-alcool et un glycol. Il ne diffère de la benzine que par $2H^2O$ en plus, et pourrait fournir ce carbure ou un isomère par déshydratation. Je poursuis l'étude de ce composé.

» *Aldéhyde valérique.* — Traitée comme l'aldéhyde précédente par le zinc métallique en vase clos à 180 degrés, quoique la réaction marche déjà à 150 degrés, elle donne plusieurs produits condensés avec élimination d'eau, et notamment le composé $C^{10}H^{18}O$, que l'on sépare par des distillations la fractionnées. C'est le produit que nous avons déjà obtenu par l'action de chaleur seule sur cette aldéhyde maintenue en tube scellé à 220-230 degrés. Ce corps, préparé par l'une ou l'autre de ces méthodes, est un liquide incolore, doué d'une odeur douce, laissant un arrière-goût sucré, bouillant vers 190 degrés. Sa densité à zéro = 0,944. Il représente 2 molécules de

valéraldéhyde moins H^2O.

$$\underbrace{2.C^5H^{10}O}_{\text{Valéraldéhyde.}} - H^2O = C^{10}H^{18}O.$$

	Expérience I.	Expérience II.	Calcul.
Carbone..................	76,8	76,9	77,9
Hydrogène................	11,9	12,1	11,7

» La purification de cette substance est pénible, et son oxydabilité très-grande, ce qui explique la différence de 1 pour 100 entre le carbone théorique et expérimental. Je n'hésite pas néanmoins à publier ces résultats, bien convaincu qu'ils ne surprendront pas les chimistes qui s'occupent de la question si difficile des aldéhydes condensées.

» Ce composé étant susceptible de polymérisation, on ne peut songer à prendre sa densité de vapeur dans les conditions ordinaires. Nous avons tenté néanmoins deux déterminations à la température de 227 degrés, par la méthode de M. Dumas, en faisant un vide de 120 millimètres et n'employant que très-peu de liquide, pour éviter l'accumulation des parties moins volatiles dans le ballon. Ces deux déterminations concordantes ont donné pour la densité de vapeur le chiffre 5,9 au lieu de 5,3 exigé par la théorie.

» *Aldéhyde benzoïque.* — L'essence d'amandes amères pure, exempte d'acide benzoïque, est également attaquée par le zinc en vase clos à la température de 250-260 degrés. Il se forme un dépôt abondant d'oxyde de zinc; une partie de ce corps entre en combinaison et donne naissance à un produit que l'on peut séparer par cristallisation. Quant à l'hydrogène, il ne se dégage pas et reste fixé sur les substances engendrées dans cette réaction dont je m'occupe en ce moment.

» *Acétone.* — L'acétone n'est pas attaquée par le zinc en vase clos; il ne se forme pas trace d'oxyde de zinc, même par l'action d'une température de 290 degrés longtemps soutenue, ce qui la différentie des aldéhydes proprement dites susmentionnées.

» On le voit, les aldéhydes proprement dites sont attaquées par le sodium à la température et à la pression ordinaires, et par le zinc en vase clos à une température supérieure de 80 à 100 degrés à leur point d'ébullition avec dégagement d'hydrogène et formation de produits condensés. Ce dernier métal est complétement transformé en oxyde de zinc. Pour l'aldéhyde benzoïque, l'hydrogène se fixe sur les produits en formation.

» Les substances obtenues dans ces réactions et celles du même ordre

qui ont été formées ou le seront par d'autres moyens ne peuvent être dénommées qu'à l'aide d'une longue périphrase. Je proposerai donc de désigner cette nouvelle classe de corps, c'est-à-dire les aldéhydes condensées avec élimination d'une molécule d'eau, sous le nom générique d'*aldanes*, qui ne préjuge rien sur leur constitution intime et rappelle leur origine et leur mode de formation, l'un et l'autre incontestables. La désinence de ce mot n'est pas nouvelle; elle a été employée de tout temps pour désigner des corps formés avec élimination d'eau. On ferait précéder le mot *aldane* des préfixes bi, tri, etc., qui indiqueraient le nombre des molécules d'aldéhyde entrant dans la formation du produit condensé.

» On aurait dès lors, en appliquant cette nomenclature aux termes déjà isolés :

» *Pour l'aldéhyde acétique :* le produit bicondensé avec élimination d'une molécule d'eau ou *biacétaldane;* le produit tricondensé avec élimination d'une molécule d'eau ou *triacétaldane;* le produit tétracondensé avec élimination d'une molécule d'eau (anhydride de l'aldol de M. Wurtz) ou *tétracétaldane ;*

» *Pour l'aldéhyde valérique :* le produit bicondensé avec élimination d'une molécule d'eau ou *bivaléraldane.*

» Enfin, on pourrait faire rentrer dans cette nomenclature les corps correspondants obtenus avec l'aldéhyde de l'alcool isopropylique ou acétone; la dumasine et peut-être l'oxyde de mésityle seraient la *bi-isopropaldane.*

» Ces expériences ont été faites au Collége de France, dans le laboratoire de M. Balard. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Recherches thermochimiques sur les corps formés par double décomposition; par* **MM. Berthelot** *et* **Longuinine** (3e partie).

« Parmi les problèmes de mécanique moléculaire qui peuvent être étudiés par les méthodes physiques, nul peut-être n'est plus intéressant que l'examen des conditions thermiques qui déterminent les phénomènes chimiques et spécialement les doubles décompositions. L'un de nous a déjà publié de nombreuses expériences sur les réactions opérées en présence de l'eau et sur la statique spéciale qui les règle ; il s'est attaché successivement à la formation des éthers, à l'étude des sels acides, au partage réciproque des acides et des bases en dissolution, à la décomposition progressive par l'eau des alcoolates alcalins, des sels ammoniacaux, des sels formés par les acides faibles, des sels métalliques, aux changements graduels que subis-

sent les précipités, etc. Les résultats généraux de ces recherches seront prochainement résumés. Dans un travail publié il y a quelques années, nous avions commencé l'étude des doubles décompositions, opérées directement et sans l'intermédiaire d'un dissolvant, et nous avions examiné, au point de vue thermique, les réactions exercées par les chlorures acides et par les acides anhydres; c'est la suite de ces expériences que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» Il s'agit aujourd'hui des combinaisons que le phosphore forme avec le chlore, le brome et l'iode. Nous les avons décomposées par l'eau et par la potasse séparément, de façon à contrôler les résultats les uns par les autres : contrôle indispensable dans des expériences où le degré de certitude des nombres ne peut être apprécié que par la concordance des résultats obtenus à l'aide de méthodes différentes.

» Les expériences ont été faites, comme toutes celles que nous avons publiées, à l'aide d'un calorimètre de platine renfermant 600 centimètres cubes de liqueur, et protégé par une enceinte argentée et une enceinte d'eau contre un refroidissement trop rapide; précautions d'autant plus nécessaires, que la réaction de l'eau sur les chlorures acides s'opère par portions successives. Aussi la correction du refroidissement, qui est nulle dans les réactions opérées par le simple mélange de deux liqueurs au sein de notre appareil, prend une valeur sensible dans le cas des chlorures acides. Nous l'avons estimée d'après une courbe déduite de la marche du thermomètre, étudiée avant, pendant et après l'expérience dans chaque cas particulier. Sa valeur a été en moyenne de $\frac{1}{60}$ de la valeur totale; dans un seul essai, elle s'est élevée à $\frac{1}{20}$. Il a été tenu compte, par le calcul, de la chaleur spécifique des liqueurs. Ces détails permettront d'apprécier le degré d'exactitude de nos expériences. Ajoutons que chacun des corps employés a été analysé, de façon à en vérifier la pureté.

Voici le tableau des résultats numériques.

I. — Protochlorure de phosphore PCl^3.

Action de l'eau (1 partie de chlorure et 100 parties d'eau environ) :

1 gramme de chlorure a dégagé (1).....	462,8	Moyenne...	462,7
» (2).....	462,7		
Ce qui fait pour 1 équivalent........	63600.		

Action de la potasse (solution à 2 pour 100) :

1 gramme de chlorure a dégagé (1).....	963,2	Moyenne...	962,7
» (2).....	962,2		
Ce qui fait pour 1 équivalent..............	132400.		
Entre 132400 et 63600, la différence est...	68800.		

» Si les deux réactions ont fourni seulement un phosphite et un chlorure, la différence des chaleurs dégagées doit être égale à la somme des chaleurs développées dans la réaction de $3KHO^2$ sur $3HCl$ et de $2KHO^2$ sur $PO^3.3HO$ (en dissolutions étendues), soit 69200. Ce nombre concorde avec 68800.

II. — Protobromure de phosphore PBr^3.

Action de la potasse : 1 gramme de bromure a dégagé (1)...	469,5	Moyenne...	475,9
» (2)...	475,7		
» (3)...	483,9		
» (4)...	474,5		

Ce qui fait pour 1 équivalent........... 130600.

Action de l'eau : 1 gramme a dégagé (1)...............	235,5	Moyenne...	236,6
» (2)...............	236,5		
» (3)...............	237,9		

Ce qui fait pour 1 équivalent........... 64100.

» 130600 — 64100 = 66500 au lieu de 69200; cet écart, quoique sensible, n'est pas excessif pour des nombres dont le premier résulte de la combinaison de deux données expérimentales et le second de cinq données. Il est probable d'ailleurs que les réactions admises ne sont pas rigoureusement exactes, par suite de quelque formation secondaire d'acide phosphorique, d'hydrogène phosphoré, etc. En effet, ces réactions secondaires n'ont pu être évitées dans une forte proportion pendant les décompositions de l'iodure de phosphore, ce qui nous engage à supprimer ici les résultats obtenus avec ce dernier corps.

III. — Perchlorure de phosphore : PCl^5.

Action de l'eau : (1)...	556,9	Moyenne...	557,0 (*)
(2)...	560,1		
(3)...	554,1		
(4)...	557,1		

1 équivalent.... 118900 (1).

Action de la potasse : (1)...	1023,7	1031,0	(1er échantillon)
(2)...	1038,1		
(3)...	1038,0	1030,2	(2e échantillon)
(4)...	1016,1		
(5)...	1030,8		
(6)...	1037,3		
		1030,6	

1 équivalent.... 220100.

(*) M. Favre a donné 657,6; pour 1 gramme PCl^5 il a donné 453,3. Le second nombre

Or 220100 — 118900 = 101200, nombre qui doit représenter la réaction de 5 KHO^2 sur HCl et de 3 KHO^2 sur PH^3O^8. Les déterminations directes conduisent à 102000, nombre qui concorde fort bien.

IV. — Oxychlorure de phosphore : PCl^3O^2.

Action de l'eau : (1).....	490,6	486,4
(2).....	482,3	

1 équivalent.... 74700.

Action de la potasse : (1)..	970,6	969,1
(2)..	967,6	

1 équivalent... 148700.

Or 148700 — 74700 = 74000, au lieu de 74800, calculé d'après les chaleurs de formation du phosphate de potasse et du chlorure de potassium.

» Les nombres précédents peuvent être employés dans le calcul de beaucoup de réactions. Nous nous bornerons à signaler les rapprochements suivants.

» 1° Le protochlorure et le protobromure de phosphore dégagent à peu près la même quantité de chaleur, en étant décomposés par l'eau; d'où il suit que la substitution du chlore au brome dans ces composés produit le même effet thermique que la substitution du chlore au brome dans l'acide bromhydrique. Nous avions déjà observé une relation pareille entre le bromure, l'iodure et le chlorure acétiques. Cette relation semble donc générale dans l'étude des chlorures et bromures acides, comme elle l'est déjà pour les chlorures et bromures alcalins en dissolution ; mais elle ne serait pas applicable, d'après les nombres connus, aux bromures, chlorures, iodures métalliques insolubles, sans doute parce que l'état physique de ces derniers n'est pas comparable.

» 2° La réaction d'un chlorure acide sur l'eau donne lieu à un dégagement de chaleur presque proportionnel au nombre d'équivalents de chlore changés en hydracide :

C^4HClO^2 produit	HCl	(dissous) et dégage	....	23300
PCl^3	» 3HCl	»	....	21200 × 3
PCl^3O^2	» 3HCl	»	....	24900 × 3
PCl^5	» 5HCl	»	....	23800 × 5
PCl^5 (changé en	PCl^3O^2) produit 2HCl dissous		....	22100 × 2 (1)

est voisin des nôtres; mais le premier s'en écarte d'un sixième; il a été obtenu avec le calorimètre à mercure.

(1) $PCl^5 + H^2O^2 = PCl^3O^2 + 2HCl$ (gaz) dégage + 9300.

» 3° La fixation de O^2 sur PCl^3 pour former PCl^3O^2 produit moins de chaleur que celle de O^2 sur l'acide phosphoreux en solution étendue pour former l'acide phosphoreux : la différence est égale à 11 000 calories.

» 4° Soit la formation des chlorures organiques acides, tels que le chlorure acétique

$$PCl^5 + C^4H^4O^4 = C^4H^3ClO^2 + PCl^3O^2 + HCl\,(gaz) \ldots + 3800.$$

» La réaction du perchlorure et celle de l'oxychlorure de phosphore sur l'acétate de soude dégagent une quantité de chaleur plus forte encore, mais qu'il est difficile d'évaluer, faute de données complètes.

» Nous ne poursuivrons pas l'examen des réactions déjà discutées en détail dans notre première Communication; bornons-nous à rappeler que toute cette classe de réactions est déterminée par le signe de la chaleur dégagée. »

M. Flammarion adresse une réclamation relative à un passage de la Note précédente de M. *de Fonvielle* (p. 40) : « Les erreurs que nous avons commises, M. Flammarion et moi », dit M. de Fonvielle, à propos de l'auréole qui entoure l'ombre du ballon, « montrent avec quel soin il faut contrôler les impressions aériennes. »

M. Flammarion fait remarquer que la description complète du phénomène a été donnée par lui, soit dans les *Comptes rendus* (13 juillet 1868), soit dans les *Voyages aériens* (p. 295), soit dans son ouvrage l'*Atmosphère* (p. 204 à 207) ; une chromo-lithographie imparfaite, publiée dans les *Voyages aériens*, aura sans doute donné lieu à la méprise. Le phénomène est, en effet, dit-il, un anthélie coloré par diffraction : c'est à la théorie des réseaux qu'il en faut demander l'explication, comme l'a dit M. Tissandier, dans une Note imprimée à côté de celle de M. de Fonvielle.

M. Sacc adresse à l'Académie des échantillons de viandes et de légumes conservés par un nouveau procédé.

La caisse qui contient ces échantillons n'ayant pu encore être ouverte, ils seront présentés à l'Académie dans la prochaine séance.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures un quart. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUILLET 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Mémoire sur le refroidissement des gaz; par* **MM. Jamin** *et* **Richard** (1).

« Dans leur célèbre travail sur les lois du refroidissement, Dulong et Petit ont d'abord étudié l'effet du vide; ils ont trouvé que la vitesse de refroidissement d'un thermomètre central est exprimée par la formule

$$v = ma^{\theta}(a^{t} - 1).$$

» a est une quantité invariable, m un coefficient proportionnel à la surface et au pouvoir émissif du thermomètre, $t + \theta$ et θ les températures de ce thermomètre et de l'enceinte.

» Il n'y a aucune objection à faire à cette loi, qui d'ailleurs a été confirmée dans tous ses détails par les belles recherches de MM. de la Provostaye et Desains.

» La deuxième partie du travail, qui est consacrée à l'étude des gaz, n'est pas aussi irréprochable. Dulong et Petit remarquant que, dans ce cas, le décroissement des températures est plus rapide, admettent : 1° que le

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant un peu, en étendue, les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

rayonnement persiste sans altération, comme s'il avait lieu dans le vide; 2° que l'augmentation d'effet observé représente le pouvoir refroidissant du gaz. Dès lors ils mesurent la vitesse totale du refroidissement V, ils en retranchent v, celle qui aurait lieu dans le vide pour les mêmes valeurs de θ et de t, et ils trouvent que le reste v' satisfait à la relation

$$v' = n\text{H}\text{C}t^{1,233}.$$

» C est sensiblement égal à 0,5, et n est un coefficient qui ne dépend que du gaz : très-petit pour l'acide carbonique, plus grand pour l'air et fort considérable pour l'hydrogène. On admet que v' mesure l'effet du gaz.

» En raisonnant ainsi, Dulong et Petit font une hypothèse pure, et probablement une erreur. Il est toujours possible de représenter la vitesse totale V par la somme $v + v'$; mais il n'est pas prouvé que v exprime le rayonnement tel qu'il existe dans le gaz, et v' le refroidissement dû à ce gaz même. Il est probable, au contraire, que ce rayonnement est inférieur à v, puisque le gaz est imparfaitement diathermane, comme l'a prouvé M. Tyndall, et que, par conséquent, l'effet attribuable au gaz doit être augmenté d'autant.

» Dulong et Petit paraissent d'ailleurs ne s'être rendu aucun compte du mode d'action exercé par le gaz, au moins ne cherchent-ils pas à l'expliquer. Ils présentent cette action comme un fait; ils admettent que le gaz reste à la température de l'enceinte, que la présence du thermomètre n'en change ni la température ni la pression. Ils emploient un appareil qui ne permet pas de constater ce changement, s'il avait lieu. Par là, Dulong et Petit méconnaissent les véritables conditions du problème.

» Le gaz, en effet, s'échauffe et sa pression croît. Prenons un ballon de verre plongé dans de l'eau, muni d'un manomètre sensible et traversé suivant l'un de ses diamètres par un fil de platine fin et résistant. Aussitôt qu'on l'échauffera par un courant électrique, on verra le manomètre monter progressivement et la température du gaz croître. L'un de nous, dans un travail antérieur, a même reconnu que cet échauffement augmentait beaucoup à mesure que la pression et le volume étaient moindres.

» Cette observation nous explique d'abord les perturbations que MM. de la Provostaye et Desains ont découvertes pour le cas des très-petites enceintes et des très-petites pressions. Le gaz étant alors très-échauffé, il n'est plus permis de confondre sa température avec θ, celle de l'enceinte, et de mesurer l'excès t par la différence entre le degré du thermomètre et θ. L'excès réel est plus petit; il faut diminuer le facteur t^d soit en rem-

plaçant t par sa vraie valeur et en diminuant d, soit en attribuant à d des valeurs décroissantes et variables avec la pression H.

» Mais ce fait a une importance plus grande encore en ce qu'il nous révèle clairement le rôle joué par le gaz pendant le refroidissement. Ce fluide s'échauffe au contact du thermomètre et transmet la chaleur jusqu'à l'enveloppe extérieure qui l'absorbe. Au premier moment il en reçoit plus qu'il n'en cède, et le manomètre monte progressivement avec une vitesse décroissante; il reste ensuite stationnaire quand la chaleur, prise au thermomètre, est égale à celle qui est cédée à l'enceinte. Le gaz agit donc comme une masse conductrice, s'échauffant d'un côté, se refroidissant de l'autre, servant de véhicule à la chaleur et se tenant en équilibre mobile entre le gain et la perte.

» Mais son mode de conductibilité est tout spécial. Divisons par la pensée la masse gazeuse en deux parties concentriques égales par une cloison imperméable placée entre le thermomètre et l'enceinte. On peut imaginer que la masse intérieure s'échauffe seule de 2τ, en prenant un excès de pression $2h$. Si l'on vient à ouvrir la cloison, la pression et la température baisseront de τ et de h dans cette masse, mais monteront d'autant dans la partie extérieure à la cloison; toutes deux auront alors même pression et même échauffement. On pourrait répéter ce raisonnement en multipliant les cloisons, et, en passant ensuite à la continuité, on trouve que la chaleur se transmet du thermomètre jusqu'à l'enceinte, avec et par la transmission des pressions, et que la température est égale en tous les points. Mais un thermomètre placé en un point ne donnera pas cette température, car il recevra et absorbera la chaleur rayonnée à travers le gaz; il en prendra d'autant moins qu'il sera plus près de la paroi du vase.

» On remarquera que, la transmission de la pression étant instantanée, il en sera de même de la propagation de la chaleur du centre à l'extérieur, et que si les divers gaz s'échauffent ou se refroidissent plus ou moins rapidement, cela ne peut tenir qu'à la rapidité plus ou moins grande avec laquelle ils prennent la chaleur à une surface solide échauffée, ou avec laquelle ils la cèdent à la paroi du vase qui les renferme. En résumé, les gaz ont une conductibilité intérieure instantanée, et se mettent en équilibre de température et de pression. Ces conclusions supposent toutefois qu'ils soient diathermanes.

» Le rôle des gaz étant ainsi bien défini, on va concevoir comment on en peut déduire leur pouvoir refroidissant. Remplaçons le thermomètre de Dulong par un fil échauffé au moyen d'un courant électrique jusqu'à un

excès de température t. Il perdra pendant chaque unité de temps une quantité de chaleur égale à $-\mathrm{P}c\frac{dt}{dx}$ et la cédera au gaz. Celui-ci prendra des excès de température et de pression $d\theta$ et h, et cédera à son enveloppe la quantité de chaleur $pc\frac{d\theta}{dx}$. Quand l'état stationnaire sera atteint, ce gain et cette perte seront égaux, et l'on aura

$$(1) \qquad -\mathrm{P}c\frac{dt}{dx} = pc\frac{d\delta\theta}{dx}.$$

» D'autre part, la chaleur cédée par le gaz à l'enceinte est proportionnelle à la surface de contact s, à un facteur qui sera spécial à chaque gaz, et à une fonction de H et de h; on aura donc

$$(2) \qquad pc\frac{d\delta\theta}{dx} = s\mathrm{K}f(\mathrm{H}, h).$$

» Si donc on connaissait $f(\mathrm{H}, h)$, c'est-à-dire si on connaissait la loi suivant laquelle varie la vitesse de refroidissement $\frac{d\delta\theta}{dx}$ d'un gaz échauffé, on pourrait calculer $\frac{dt}{dx}$ par l'équation (1), et mesurer sans aucune hypothèse et directement le pouvoir refroidissant du gaz; les deux questions sont connexes et offrent le même intérêt. Nous allons donc diviser ce travail en deux Parties : 1° étudier le refroidissement des gaz chauffés dans une enceinte; 2° mesurer la chaleur cédée à ces mêmes gaz par un solide échauffé placé au milieu d'eux.

Première Partie. — *Lois du refroidissement des gaz.*

» L'appareil se compose d'un grand ballon A de verre de 32 centimètres de diamètre. Il est plongé dans une cuve à θ degrés, pleine d'eau, qui est toujours agitée par un courant d'air; il est en relation avec un manomètre à mercure M qu'on observe au cathétomètre, et qui donne la pression initiale H. Ce ballon est accompagné d'un flacon B qui partage sa température. Tous deux sont réunis par un robinet à trois voies par lequel on peut faire un vide commun ou introduire un gaz à une même pression H dans les deux enceintes. Quand cela est fait, on ferme la communication, et l'on en ouvre une seconde par l'intermédiaire d'un second manomètre différentiel à eau m, dont les deux branches communiquent, l'une avec le flacon, l'autre avec le ballon. Les hauteurs sont égales quand les températures sont les mêmes; mais si l'on échauffe le gaz dans le ballon, il prend un excès de

pression h que le manomètre m mesure avec une grande sensibilité, puisqu'il contient de l'eau, et quelle que soit la pression initiale H.

» Le ballon est traversé, suivant l'un de ses deux diamètres horizontaux, par une spirale de platine très-résistante; c'est un foyer de masse négligeable qui développe, par un courant électrique, une quantité de chaleur connue, dont une partie traverse l'enceinte par rayonnement, tandis que l'autre échauffe le gaz. On porte le fil jusqu'au rouge; on attend que le manomètre m ait pris son état stationnaire, puis on rompt le circuit. La spirale s'éteint aussitôt; au bout de dix secondes elle est entièrement refroidie, et, à partir de ce moment, h diminue régulièrement avec une rapidité décroissante. Alors, pendant qu'un aide compte les temps à haute voix, de cinq en cinq secondes, l'observateur lit les valeurs de h, qu'une troisième personne écrit. L'habitude familiarise aisément avec ce genre d'observations, qui peut atteindre plus de précision qu'on ne pourrait le supposer. On construit ensuite les courbes des valeurs de h, en prenant les temps pour abscisses; elles diffèrent entre elles, et l'on reconnaît immédiatement que le refroidissement est d'autant plus rapide que la pression H est moindre.

» Ces courbes expriment graphiquement le phénomène; il faut maintenant en trouver l'équation. On a d'abord pensé que, l'excès de pression h étant très-petit, la loi de Newton $h = \mathrm{M}e^{-ax}$ pouvait s'appliquer. Elle diffère, en effet, très-peu de l'expérience, qu'elle représente assez bien pour une durée peu grande; mais elle ne peut embrasser l'ensemble des observations. On a fait cette comparaison par trois procédés. On a d'abord pris sur la courbe des abscisses en progression arithmétique : les ordonnées successives devraient être en rapport constant; cela ne s'est pas trouvé exact. Ensuite on a mené des tangentes qui devraient satisfaire à la condition

$$-\frac{dh}{dx} = ah \log e;$$

c'est-à-dire que $\frac{dh}{dx}$ devrait représenter les ordonnées d'une droite dont h serait l'abscisse; mais on a reconnu que la ligne ainsi construite avait une forme parabolique. Enfin le troisième et le meilleur procédé est le suivant. La loi de Newton donne

$$\log h = \log m - ax \log e,$$

ce qui est l'équation d'une droite formant avec l'axe des x un angle dont la tangente est $-a \log e$. En réalité, cette ligne est courbe. La loi de Newton doit donc être rejetée.

» Nous avons alors pensé à exprimer la chaleur que cède un gaz à son enceinte par la formule de Dulong, qui règle celle que ce gaz prend au thermomètre central, et qui serait

$$(3) \qquad -\frac{dh}{dx} = n' \mathrm{H}^{c'} d\theta^{d'},$$

ou bien, en remplaçant $d\theta$ par sa valeur en fonction de h, et qui est $\frac{h}{\alpha \mathrm{H}}$,

$$(4) \qquad -\frac{dh}{dx} = \frac{n'}{\alpha^{d'}} \frac{h^{d'}}{\mathrm{H}^{d'-c'}} = m \frac{h^{d'}}{\mathrm{H}^{d'-c'}},$$

ou bien enfin, en prenant les logarithmes de part et d'autre,

$$(5) \qquad \log\left(-\frac{dh}{dx}\right) = \log m + d' \log h - (d' - c') \log \mathrm{H}.$$

» Sous cette forme, l'équation (5) a été complétement et sûrement vérifiée; elle signifie :

» 1° Que, pour des valeurs de la pression H quelconques, mais constantes, $\log\left(-\frac{dh}{dx}\right)$ représente les ordonnées d'un premier système de droites dont les abscisses sont ($\log h$), qui sont toutes parallèles entre elles, et qui font avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est égale à l'exposant d';

» 2° Que, pour des valeurs quelconques, mais constantes, de l'excès de pression h, les valeurs de $\log\left(-\frac{dh}{dx}\right)$ sont représentées par les ordonnées d'un deuxième système de droites parallèles entre elles, dont les abscisses sont $\log \mathrm{H}$, et qui font avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est égale à l'exposant $d' - c'$.

» Nous allons indiquer comment les vérifications ont été faites en prenant pour exemple l'hydrogène.

» Sous des pressions successivement égales à $823^{\mathrm{mm}},7$, $689^{\mathrm{mm}},7, \ldots$, on a observé les valeurs de h de cinq en cinq secondes, comme il a été dit précédemment; puis, sur une même feuille de papier réglé, on a construit les valeurs de h en prenant le temps pour abscisse, ce qui a donné autant de courbes qu'il y avait de séries d'observations; puis, sur ces courbes, on a marqué par des lignes horizontales les points qui ont des ordonnées h égales et 200, 190,.... Ces valeurs de h sont inscrites dans la première colonne du tableau suivant. On a mené les tangentes en ces divers points, et on a obtenu les valeurs de $\frac{dh}{dx}$ pour chaque courbe. Elles sont placées dans chacune des colonnes verticales marquées A.

Hydrogène. Refroidissement du gaz ($n' = 2{,}69$; $d' = 1{,}20$; $c' = -0{,}66$).

h	H = 823m,7			H = 689m,7			H = 484m,2			H = 421m,2			H = 360m			H = 274m,7		
	$-\frac{dh}{dx}$			$-\frac{dh}{dx}$			$-\frac{dh}{dx}$			$-\frac{dh}{dx}$			$-\frac{dh}{dx}$			$-\frac{dh}{dx}$		
	A observé.	calculé.		A observé.	calculé		A observé.	calculé		A observé.	calculé		A observé.	calculé		A observé.	calculé	
		nº 1.	nº 2.		nº 1.	nº 2.		nº 1.	nº 2.		nº 1.	nº 2.		nº 1.	nº 2.		nº 1.	nº 2.
200.......	18,1	18,7	17,9	19,5	20,9	20,0	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
190.......	17,2	18,5	17,1	18,3	19,5	18,8	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
180.......	16,9	16,3	16,4	18,3	18,5	18,3	21,7	23,3	22,5	»	»	»	»	»	»	»	»	»
170.......	15,3	15,3	15,3	16,4	17,1	16,6	21,9	21,9	20,6	»	»	»	»	»	»	»	»	»
160.......	14,2	14,2	13,9	15,9	16,0	15,6	20,5	20,3	19,3	20,9	21,4	22,4	23,5	23,8	21,9	»	»	»
150.......	13,4	13,3	12,7	15,0	14,9	14,3	19,3	18,8	17,9	19,8	19,8	21,1	22,2	22,3	20,4	»	»	»
140.......	12,6	12,2	11,9	13,6	13,7	13,3	18,4	17,6	16,6	17,4	18,2	18,2	20,5	20,5	18,8	»	»	»
130.......	11,3	11,1	11,0	12,6	12,4	12,3	16,0	15,8	15,4	16,3	16,7	16,8	18,7	18,7	17,4	»	»	»
120.......	10,5	10,1	10,0	11,2	11,2	11,4	14,7	14,3	14,2	15,3	15,1	15,6	17,2	16,9	16,1	20,6	20,1	20,3
110.......	9,8	9,1	9,7	10,0	10,2	10,2	13,2	12,9	12,8	13,6	13,7	13,9	15,6	15,3	14,6	18,2	18,1	18,4
100.......	8,6	8,2	8,4	9,3	9,1	9,3	12,1	11,5	11,7	12,5	12,2	12,8	14,3	13,6	13,3	16,7	16,2	16,9
90.......	7,5	9,2	7,3	8,4	8,0	8,2	10,7	10,2	10,2	11,2	10,8	11,2	12,7	12,0	11,7	14,6	14,3	14,9
80.......	6,6	6,2	6,3	7,3	6,9	7,1	8,9	8,8	8,9	9,8	9,3	9,8	11,0	10,4	10,2	12,5	12,3	13,1
70.......	5,7	5,3	5,4	5,8	5,9	6,1	7,5	7,5	7,7	8,4	8,0	8,4	8,9	8,9	8,8	10,5	10,5	11,2
60.......	4,4	4,4	4,5	5,0	4,9	5,1	6,3	6,2	6,5	6,3	6,6	7,1	7,1	7,3	7,4	9,0	8,7	9,5
50.......	3,5	3,6	3,6	4,0	3,9	4,1	5,2	5,0	5,2	5,5	5,3	5,8	5,7	5,8	6,0	7,0	7,0	7,8
40.......	2,5	2,7	2,7	3,3	3,0	3,1	3,9	3,8	4,0	4,1	4,1	4,5	4,5	4,5	4,6	5,2	5,3	6,1

» 1° Si l'on prend dans chaque colonne verticale A les valeurs de $-\frac{dh}{dx}$, elles correspondent à une même valeur de H et à des excès de pression différents, et si, prenant pour abscisses $\log h$, on construit la ligne dont les ordonnées sont $\log\left(-\frac{dh}{dx}\right)$, on trouve qu'elle est exactement une ligne droite. On répète la même construction et on trouve le même résultat pour chacune des pressions H. De plus, toutes ces droites sont parallèles entre elles et ne diffèrent que par l'ordonnée à l'origine; elles font avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est égale à 1,20. L'exposant d' est donc égal à ce nombre. Les colonnes verticales n° 1 contiennent les valeurs de $-\frac{dh}{dx}$ tirées des diverses droites en regard des nombres observés de la série A. L'accord est très-satisfaisant.

» 2° Si l'on groupe les valeurs observées de $-\frac{dh}{dx}$ par lignes horizontales, elles répondent à des valeurs égales de l'excès de pression h et à des pressions initiales H différentes. On construit les logarithmes de $-\frac{dh}{dx}$ en prenant pour abscisses les valeurs de log H, et l'on obtient autant de tracés qu'il y a de lignes horizontales dans le tableau. On trouve que ces tracés figurent un deuxième système de droites toutes parallèles, faisant avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est $-0,66$, ce qui veut dire que l'exposant $d'-c'$ est égal à 0,66, ou que $c'=0,54$. Les colonnes verticales n° 2 indiquent les valeurs de $-\frac{dh}{dx}$ tirées de chacune des droites du deuxième système, en face des valeurs observées, et on peut voir qu'elles leur sont égales.

» Cette méthode heureuse a donc permis de vérifier séparément la loi relative aux deux variables H et h, et de déterminer les deux exposants c et d'. Quant au coefficient m, on le déduit de la formule (3)

$$m = -\frac{dh}{dx}\frac{H^{d'-c'}}{h^{d'}}.$$

On trouve autant de valeurs qu'il y a eu d'observations, et la parfaite égalité de tous les résultats est une nouvelle vérification en bloc de la formule trouvée.

Valeur de $m = \frac{n'}{\alpha^{d'}}$.

Hydrogène (pression : $689^{mm},7$).

h	n'	h	n'
200	2,64	120	2.70
190	2,70	110	2,71
180	2,70	100	2,73
170	2,65	90	2,71
160	2,66	80	2,73
150	2,67	70	2,72
140	2,68	60	2,71
130	2,69	Moyenne	2,69

» En résumé, la formule (3) donne, pour la vitesse de diminution de pression de l'hydrogène échauffé :

$$(3) \qquad -\frac{dh}{dx} = \frac{n'}{\alpha^{d'}} \mathrm{H}^{c'} h^{d'} = 2,69 \mathrm{H}^{0,54} h^{1,20}.$$

Telle est la formule finale, qui résume toutes les observations; il ne restait plus qu'à l'étendre aux autres gaz : nous l'avons fait pour l'acide carbonique et pour l'air, et nous avons trouvé les nombres suivants :

	Acide carbonique.	Air.	Hydrogène.	Moyenne.
$\frac{n'}{\alpha^{d'}}$	0,732	1,15	2,695	»
c'	0,54	0,54	0,54	0,54
d'	1,15	1,13	1,20	1,16

» En résumé :

» 1° La vitesse de refroidissement des gaz $-\frac{dh}{dx}$ est exprimée par la formule de Dulong

$$-\frac{dh}{dx} = n' \mathrm{H}^{c'} \delta\theta^{d'};$$

» 2° Les exposants c' et d' sont les mêmes pour tous les gaz et sensiblement égaux à ceux que Dulong a trouvés pour les corps solides;

» 3° n' diffère pour les gaz; il garde exactement dans nos expériences les mêmes rapports que dans celles de Dulong;

» 4° La quantité de chaleur perdue pendant l'unité des temps est

$$(2) \qquad pc\frac{d\delta\theta}{dx} = \mathrm{SKH}^{c'} h^{d'},$$

ou, en réduisant

$$-\frac{dh}{dx} = \mathrm{K}\frac{1 + a\theta}{r} \mathrm{H}^{c'} \delta\theta^{d'};$$

le coefficient n' est donc, en raison inverse du rayon du ballon, proportionnel à $(1 + a\theta)$ et à un facteur K caractéristique de chaque gaz. »

MINÉRALOGIE. — *Nouvelle note sur l'amblygonite et la montebrasite;* *par* **M. Des Cloizeaux.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, séance du 27 novembre 1871, j'ai fait ressortir les différences fondamentales qui existent entre les propriétés optiques de l'amblygonite d'Hébron (État du Maine) en Amérique, et celles d'un fluophosphate d'alumine, de soude et de lithine de la mine de Montebras (Creuse), que je proposais de désigner sous le nom de *montebrasite*. Trompé par une analyse imparfaite entreprise au laboratoire d'essais de l'École des Mines, j'avais supposé que le minéral de Montebras devait être séparé de l'amblygonite signalée depuis longtemps par M. Breithaupt aux environs de Penig, en Saxe, analysée par M. Rammelsberg, et à laquelle on avait rapporté les échantillons trouvés à Hébron en 1862, quoiqu'on ne possédât jusqu'ici aucun renseignement précis sur leur composition.

» Les recherches publiées récemment par MM. Pisani (*Comptes rendus*, séance du 26 décembre 1871), de Kobell (*Sitzungsberichte* de l'Académie des Sciences de Bavière, séance du 3 février 1872) et Rammelsberg (*Berichte* de la Société chimique de Berlin, séance du 26 février 1872) ont prouvé que les échantillons laminaires, à deux clivages inclinés de 105° 44', d'une couleur légèrement violacée ou blanche, plus ou moins translucide, trouvés en abondance dans le filon stannifère de Montebras, étaient chimiquement semblables à l'ancienne *amblygonite* de Penig. En reprenant l'examen des propriétés optiques de cette dernière variété, que sa grande rareté ne m'avait pas permis d'étudier complétement jusqu'à ce jour, je me suis également assuré de l'identité de ces propriétés avec celles des échantillons de Montebras.

» Quant au minéral d'Hébron (État du Maine), dont l'analogue s'est aussi rencontré à Montebras sous la forme d'une petite masse laminaire verdâtre, assez transparente (*voir* ma Note du 26 novembre 1871), les analyses qu'en a faites M. Pisani, et qui ont été communiquées à l'Académie dans sa dernière séance, viennent confirmer la nécessité de la séparation que les caractères optiques m'avaient conduit à proposer entre ce minéral et l'amblygonite.

» L'ensemble des propriétés physiques et chimiques nous amène donc à partager les substances confondues sous la dénomination d'amblygonite en deux espèces distinctes, appartenant toutes deux au système du prisme doublement oblique. L'une est un fluophosphate d'alumine *sodicolithique* anhydre, à laquelle on devra conserver le nom le plus anciennement connu

d'*amblygonite*, et qui comprend les échantillons violacés ou blancs de Montebras, ainsi que ceux des environs de Penig. L'autre, qui pourra prendre le nom de *montebrasite*, puisque la mine de Montebras est l'axe des deux localités où on l'a trouvée jusqu'à ce jour, est un fluophosphate d'alumine simplement *lithique* et hydraté, contenant à peu près les mêmes proportions d'acide phosphorique et d'alumine, mais moins de fluor que l'amblygonite, pas de soude, et un peu plus de 4 pour 100 d'eau, avec une densité plus faible. C'est à elle qu'appartiennent les beaux cristaux et les masses laminaires d'Hébron, ainsi que celles de Montebras, qui, au lieu des deux seuls clivages observés sur l'amblygonite, en possèdent trois d'inégale facilité, mais fournissant les faces passablement miroitantes d'un parallélépipède obliquangle. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'absence de gaz combustibles dans les émanations de la* Caldeira *de Furnas, à San-Miguel* (*Açores*) ; *par* **M. Ch. Sainte-Claire Deville.**

« J'ai reçu de M. Fouqué, qui est retourné aux Açores dans le but d'étudier les eaux minérales si remarquables de ces îles, une Lettre en date du 9 juin dernier, dont j'extrais les lignes suivantes :

« J'ai commencé mon travail à Furnas, où je suis parvenu à m'installer passablement, malgré le peu de ressources qu'on y trouve, et où j'ai été parfaitement accueilli par la famille Do Canto. Il n'y a pas de gaz combustible. 2500 volumes du gaz naturel m'ont donné, après la potasse, un résidu gazeux inférieur à 1 centimètre cube, et qui ne m'a pas paru brûler. »

» Ces recherches de M. Fouqué confirment les résultats que nous avions obtenus, M. Janssen et moi, en étudiant ces mêmes émanations en 1867. Les 3 et 4 août, ayant porté à la *Caldeira grande* de Furnas nos appareils d'analyse, nous avons reconnu que les gaz qui s'en dégagent, et qui atteignent une température de 98 à 99 degrés, contiennent en fortes proportions l'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré. Après avoir fait passer une quantité considérable de ce gaz dans une éprouvette remplie d'une dissolution de potasse, nous avons obtenu une énorme absorption et un résidu mesurant $10^{cc},2$. Ce volume, traité par l'acide pyrogallique, est devenu 10 centimètres cubes et ne contenait, par conséquent, pas sensiblement d'oxygène, et le gaz restant n'a pas brûlé. C'était donc de l'azote pur.

» Les nouvelles expériences de M. Fouqué avaient surtout pour objet de s'assurer s'il n'y avait pas eu quelque variation dans la nature de ces gaz, et, en particulier, l'apparition de gaz combustibles.

» De cet ensemble de travaux il semble résulter que les émanations gazeuses des *Caldeiras* de Furnas s'éloignent, par leur composition, de celles des *Geysirs* d'Islande, qui, d'après M. Bunsen, contiennent de l'hydrogène, et de celles des *Lagoni* de la Toscane, où M. Le Blanc et moi avons signalé l'hydrogène et l'hydrogène carboné, et se rapprochent, au contraire, de celles des solfatares de Pouzzoles et de Vulcano. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la condition pour qu'une famille de surfaces données puisse faire partie d'un système orthogonal; par* **M. A. Cayley.**

(Un accident matériel, survenu au moment d'opérer le tirage, a fait reporter la Note de M. Cayley à un numéro subséquent des *Comptes rendus.*)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres, qui sera chargée de la révision des comptes de l'Académie.

MM. Mathieu et Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

M. Rolland est nommé Membre de la Commission qui sera chargée de juger le concours des Arts insalubres, en remplacement de feu M. *Combes.*

RAPPORTS.

MINÉRALOGIE. — *Rapport sur une nouvelle Collection de minéraux du Chili, offerte par* M. Domeyko *à l'École des Mines de Paris.*

(Commissaires : MM. Des Cloizeaux, Daubrée rapporteur.)

« Dans la séance du 4 décembre dernier, M. Élie de Beaumont a mis sous les yeux de l'Académie une nouvelle collection de minéraux que M. Domeyko, recteur de l'Université de Santiago, lui avait adressée pour l'École des Mines de Paris.

» L'Académie nous a chargés d'examiner cette collection.

» Comme la liste des échantillons, au nombre de quinze, dont elle se compose, a déjà été insérée dans les *Comptes rendus,* nous nous bornerons à en signaler deux espèces qui y sont représentées d'une manière exceptionnelle. Le tungstate de manganèse, voisin du wolfram, et désigné sous le nom de *mégabasite,* s'y trouve en beaux cristaux, dont l'un, provenant de Morococha, est tout à fait transparent et d'un brun rougeâtre. L'adamine,

arséniate de zinc hydraté, découvert par M. Friedel, il y a six ans, parmi des échantillons également envoyés par M. Domeyko, se montre ici en octaèdres rhomboïdaux, inégalement colorés en violet, d'une dimension et d'une netteté qui nous étaient inconnues; la substance repose sur une druse de chaux carbonatée, où elle est accompagnée de chlorobromure d'argent. Il convient aussi de mentionner, comme très-dignes d'intérêt, le tungstate de cuivre associé à la schélite, et provenant d'un filon récemment découvert aux environs de Santiago, où les tungstates occupent la partie supérieure, tandis que le molybdène sulfuré s'y rencontre plus profondément; un groupe de polybasite en cristaux groupés; de l'oxychloro-iodure de plomb, en très-petits cristaux sur galène, d'une localité nouvelle; l'arséniure de cuivre de l'espèce algadonite; l'argent chloruré cuprifère; enfin l'argent bismuthifère.

» Je n'insiste pas sur ces substances; elles sont décrites avec détails, ainsi que les autres espèces du Chili, dans les *Éléments de Minéralogie* de M. Domeyko, ainsi que dans les Suppléments qui y font suite.

» Depuis trente-quatre ans qu'il habite le Chili, M. Domeyko a rendu d'éminents services à la Science par les travaux qu'il a publiés sur la minéralogie et la géologie de ce pays. En même temps, il a contribué de la manière la plus active au développement de l'industrie des mines. On connaît l'importance de premier ordre qu'a acquise, pendant cette même période, l'exploitation des grandes richesses minérales dont le Chili est doté, particulièrement en cuivre et en argent. M. Domeyko a une grande part dans cet essor, tant par ses études personnelles que par les nombreux élèves qu'il a formés dans sa patrie adoptive.

» Au milieu de ses travaux importants et variés, l'éminent professeur de Santiago n'a jamais oublié la France, qui l'avait d'abord accueilli, il y a trente-huit ans, ni l'École des Mines de Paris, dont il a alors suivi les cours pendant deux années. A bien des reprises, il a témoigné sa gratitude envers nos établissements scientifiques, en les enrichissant par l'envoi de collections et d'échantillons des plus intéressants, que nous ne posséderions pas sans sa libéralité.

» Nous proposons à l'Académie, non-seulement de remercier M. Domeyko de cette dernière Communication, mais aussi de témoigner tout l'intérêt qu'elle prend aux recherches de ce savant, en insérant dans le *Recueil des Savants étrangers* la liste de toutes les espèces que M. Domeyko a découvertes ou spécialement étudiées. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur un appareil propre à soumettre les gaz et les vapeurs à l'effluve électrique*. Note de M. ARNOULD THENARD.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Fremy, Edm. Becquerel.)

« Après la Note que j'ai publiée il y a deux mois, sur la décomposition de l'acide carbonique par l'effluve électrique, le programme du travail à suivre paraissait indiqué : il fallait soumettre au même agent toute une série de gaz et de vapeurs et déterminer leurs modifications.

» J'entrai donc dans cette voie, mais bientôt je fus trahi dans mes espérances, faute d'un outil convenable.

» J'ai dit que c'était l'appareil de Houzeau, légèrement modifié, qui m'avait servi dans ma première expérience; dans les suivantes, ce fut encore sur son principe que je m'appuyai, cherchant seulement à donner plus de puissance à l'instrument par un plus grand développement de la surface métallique, une disposition plus convenable du tube et un meilleur contact du gaz avec les surfaces électrisées.

» Ce fut l'oxygène qui me servit à mesurer cette puissance; en effet, plus il était ozoné, plus l'appareil était puissant; cette puissance fut parfois considérable, et, à l'occasion, dépassa de beaucoup ce que le tube de Houzeau m'a jamais fourni de mieux. Mais bientôt je reconnus que les métaux, depuis le plomb jusqu'au platine, s'altèrent rapidement et d'autant plus vite qu'on leur demande davantage en abondance et en richesse, si bien qu'au bout de quelques heures ils arrivent à ne rien donner du tout.

» Après ces mécomptes, il m'était donc absolument commandé de renoncer à tout appareil où les métaux électriseurs sont en contact avec les substances à traiter.

» Je revins alors au principe de Baines et de Babaud, et, en le combinant avec celui de Houzeau, en y ajoutant aussi de mon cru, j'arrivai à construire l'appareil suivant :

» Que l'on s'imagine trois tubes d'inégale longueur et rentrés les uns dans les autres. Le tube central, le plus long des trois, est recourbé comme il convient et rempli de mercure ; le tube extérieur, le plus court de tous, et faisant manchon sur le second, forme avec lui un espace annulaire également rempli de mercure : tels sont les deux anodes qui reçoivent l'électricité d'une bobine calculée en puissance et en éléments d'après la longueur et le diamètre de l'instrument.

» Le gaz passe dans l'espace annulaire intermédiaire et très-restreint laissé entre le premier et le second tube, dont le verre est aussi mince que possible. Tous ces tubes, étant d'ailleurs soudés les uns sur les autres, sont mis en relation avec l'extérieur par des T convenablement disposés, afin d'établir les communications électriques et le mouvement des gaz; ceux-ci alors n'ayant plus de contact qu'avec le verre, le métal, c'est-à-dire le mercure, est mis à l'abri de leur influence, ainsi que de celle de l'air, presque aussi nuisible. Un gazomètre à pression constante et un robinet gradué complètent le système.

» *A priori*, j'avais tout lieu d'espérer que cet appareil, qui sous le rapport de la puissance vaut ce que j'avais fait de mieux jusque-là, serait d'une durée indéfinie. Mais j'avais compté sans l'arrachement électrique, qui, en dépolissant le verre, le réduisant à la surface en une fine poussière, engendre des pointes nombreuses qui transforment l'effluve en étincelles, c'est-à-dire lui donnent une forme qui, non-seulement ne produit pas les effets de l'effluve, mais même les détruit à l'occasion. Heureusement cette poussière de verre est soluble dans les liqueurs acides; par conséquent, en substituant celles-ci au mercure, sur les quatre surfaces en action, il n'y en a plus que deux qui aient à en souffrir; de plus, en mouillant le verre, ces mêmes liqueurs lui rendent une sorte de poli qui remplace le poli réel, ce que ne fait pas le mercure, parce qu'il ne mouille pas. En sorte que, par cette substitution, le mal diminue de moitié pour le moins.

» Telle est l'observation qui m'a conduit à remplacer le mercure par le chlorhydrate de chlorure d'antimoine, signalé par M. Ed. Becquerel comme un des meilleurs conducteurs de ce genre.

» Du reste, voici les résultats constatés pour un même débit de 300 centimètres cubes, une température ambiante limitée entre 23 et 28 degrés, une bobine, modèle de 500 francs, armée de quatre éléments d'une grandeur double de ceux employés dans les théâtres et chargés avec de l'acide nitrique ramené à 27 degrés et tombant à 21 en six heures de marche.

» 1° Dans la série des tubes où les métaux sont en contact avec le gaz, le meilleur de tous mes tubes a donné en quarante minutes 9 milligrammes d'oxygène ozoné; mais le lendemain il était tout à fait hors de service : c'est qu'en effet à l'arrachement électrique s'était jointe l'oxydation. On avait d'ailleurs pour ce titrage, comme pour ceux qui ont suivi, dosé l'oxygène ozoné par une méthode due à mon père, et qui est moins généreuse que celle de M. Houzeau.

» 2° Un tube au mercure, tel que nous venons de le décrire, rend, quand

il est neuf, $8^{mm},5$ en quinze minutes; ainsi plus d'abondance pour un peu moins de richesse; mais, après quarante heures de travail, il ne donne plus que 5 milligrammes dans le même temps.

» 3° Lavé alors aux acides, puis à l'eau, séché et rechargé de mercure, il reprend pendant quelques instants les sept huitièmes de sa force première pour retomber en six heures de travail aussi bas qu'avant.

» 4° Mais, repris une troisième fois et chargé au chlorure d'antimoine, il revient encore à cette même puissance pour ne redescendre que comme un tube neuf déjà parvenu à ce degré d'usure, c'est-à-dire très-lentement.

» 5° Un tube neuf au chlorure d'antimoine donne, en douze minutes, $9^{mm},2$ au début, c'est-à-dire plus que le meilleur tube métallique; et, après cinquante heures de travail, il se maintient encore à $8^{mm},5$; cependant il est déjà nettement opalin et étincelant en quelques points.

» 6° Maintenant si à l'oxygène on substitue l'acide carbonique, les choses changent aussi. Ainsi, avec les tubes où le gaz et le métal sont en contact, la dissociation de l'acide carbonique dépasse difficilement 10 pour 100 du volume total, mais leur durée semble indéfinie, pourvu qu'on évite de leur demander de l'ozone; tandis qu'avec les tubes de l'autre genre, sans que leur durée soit augmentée, la dissociation s'élève facilement, pour un débit de 300 centimètres cubes, à 11 pour 100 en seize minutes; 19 pour 100 en cinquante-six minutes; 23 pour 100 en deux heures seize minutes; 26,5 pour 100 en cinq heures trente-sept minutes.

» 7° Mais ce qui différentie bien l'effluve de l'étincelle, c'est que, si l'on soumet cette série de mélanges à l'action de celle-ci, ils reviennent tous avec le temps en arrière, pour se régler invariablement au chiffre de 7,5 p. 100, c'est-à-dire au chiffre de de Saussure.

» Dans la Communication si flatteuse que M. Dumas a daigné faire de ma Note sur ce sujet, l'illustre Secrétaire perpétuel avait donc mieux que moi encore pressenti cette importante différence; l'expérience aujourd'hui se charge de mes remercîments. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle pile électrique, d'une construction économique.* Note de **M. Gaiffe**.

(Renvoi à l'examen de M. Becquerel.)

« Le prix élevé des piles et la difficulté de se les procurer étant souvent un obstacle aux applications qu'on pourrait en faire, j'ai cherché s'il ne serait pas possible d'imaginer un appareil qu'on pût fabriquer partout,

sans l'aide d'ouvriers spéciaux, avec des substances de peu de valeur, répandues largement dans le commerce, et qui jouît de la qualité essentielle, la constance dans les effets.

» Le couple que j'ai adopté, après quelques essais, rappelle, par sa forme, celui de Callaud, employé depuis quelques années par les lignes télégraphiques; mais ses éléments sont différents. Il se compose d'un vase dans lequel plongent une tige de plomb et une tige de zinc; la tige de plomb descend jusqu'au fond du vase, la tige de zinc est plus courte de moitié; le fond du vase est occupé par une couche d'oxyde salin de plomb (minium), enfin le liquide excitateur est de l'eau aiguisée par 10 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque.

» La force électromotrice de cette pile est environ le tiers de celle du couple de Bunsen; sa résistance intérieure est faible et varie peu, le chlorure de zinc formé ne changeant pas sensiblement la conductibilité du liquide excitateur; sa constance est grande; enfin la dépense est à peu près nulle quand le circuit est ouvert. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la simultanéité des variations barométriques entre les tropiques; par* **M. J.-A. Broun.**

(Commissaires : MM. de Tessan, Ch. Sainte-Claire Deville, Jamin.)

« Dans ma Note précédente, j'ai montré que le maximum et le minimum de la moyenne journalière de la pression atmosphérique arrivent le même jour à deux stations très-éloignées l'une de l'autre. Voici maintenant comment j'ai procédé pour effectuer ces rapprochements aux diverses heures. J'ai pris d'abord quatre semaines successives (du 16 mars au 12 avril), où les variations de la moyenne pour chaque jour se ressemblent assez bien aux trois stations de Singapour, Madras et Sainte-Hélène; afin d'éliminer la variation diurne, j'ai soustrait les moyennes horaires du mois de chaque observation faite à l'heure correspondante; les différences ainsi trouvées indiquaient, chaque jour, à Madras (où le changement de la variation diurne entre mars et avril était le plus considérable), une oscillation diurne simple ayant ses points critiques près du lever et du coucher du Soleil. Cette oscillation était liée évidemment avec le changement de grandeur de la variation diurne, et ne se montrait pas à Singapour, où la variation diurne restait assez constante pendant les mois de mars et d'avril.

» Pour éviter cette oscillation, j'ai pris les moyennes horaires pour chaque *semaine*, j'ai corrigé ces moyennes pour le changement de la variation

depuis la première heure (après minuit) jusqu'à la dernière (dû à la variation depuis le premier jusqu'au dernier jour de la semaine). Les différences des observations de ces moyennes ne montrent plus l'oscillation simple, et on peut considérer que la variation diurne a disparu.

» J'ai projeté les courbes formées par ces différences sur les lignes des moyennes pour chaque semaine. Toutes les variations à chaque heure qui se séparent considérablement de la position moyenne pour l'heure sont ainsi mises en évidence, et l'on peut voir jusqu'à quel point elles présentent des mouvements analogues aux mêmes heures, à chaque station (1).

» Les points des courbes qui correspondent à o heure représentent les positions (moins l'oscillation diurne).

		T. m. de Göttingue.
A Singapour.........	à $0^h,16^m$.......	18^h
Madras...........	0,41.......	20
Sainte-Hélène......	0, 3.......	1

» Donc les points qui sont sur la même ligne verticale représentent des observations faites deux heures plus tard à Madras, et sept heures plus tard à Sainte-Hélène, qu'à Singapour.

» On constate, par l'examen des courbes, que plusieurs petites oscillations qui se présentent aux trois stations suivent surtout l'heure du lieu, et aussi loin que peut porter la détermination; il en est ainsi pour les minima des plus longues oscillations. Ainsi, le minimum qui se présente le samedi 22 mars arrive à Singapour de 3 heures à 7 heures du soir; à Madras, de 4 heures à 10 heures, et à Sainte-Hélène, à 7 heures. Le minimum absolu de cette partie du mouvement n'arrive pas à Singapour jusqu'au lundi, apparemment entre le 23 à minuit et le 24 à minuit, tandis qu'il arrive assez décidément le 24, à 6 heures du matin, à Madras, et le 24, à 3 heures du soir, à Sainte-Hélène.

» Dans la semaine suivante, le minimum arrive à Singapour le 3 avril, vers 1 heure de l'après-midi; à Madras, vers 6 heures du matin, et à Sainte-Hélène, entre 7 heures du matin et 11 heures du soir.

» Comme ces mouvements sont toujours plus ou moins sujets à des variations locales superposées, ces appréciations ne peuvent être qu'approximatives; mais il paraît assez probable que, quand les conditions de l'atmo-

(1) Comme les oscillations diurnes produites par la Lune sont éliminées approximativement en prenant les moyennes horaires pour une semaine, il n'est pas improbable que quelques petits mouvements qui se présentent dans les différences sont dus à notre satellite. Les observations manquent les dimanches à chaque station, et le vendredi saint (21 avril) à Singapour et à Sainte-Hélène.

sphère se ressemblent, et quand l'action du Soleil reste assez constante, les minima arrivent aux mêmes heures locales aux différentes stations.

» On comprendra que, plus on s'éloigne des régions calmes des tropiques, plus on approche des grands continents, et plus les mouvements dus à l'action directe du Soleil seront masqués par les oscillations produites par des vagues de propagation. Il est assez probable que le grand continent d'Afrique influence déjà considérablement les variations à Sainte-Hélène sous ce rapport.

» L'action du Soleil sur les comètes m'avait paru fournir une espèce de base pour la supposition de quelque action semblable sur les gaz de notre atmosphère. On sait que l'on a cru observer une condensation du nucleus quand certaines comètes se sont approchées du Soleil; et, dans un Mémoire lu à l'Association Britannique en 1859, j'ai essayé de déterminer la pression moyenne de l'atmosphère sur la surface de la Terre pour les mois de juin et de décembre. Il résultait des moyennes pour ces mois, déduites de toutes les observations faites dans les deux hémisphères que j'avais pu examiner, que la pression moyenne est décidément plus grande à l'époque où la Terre est le plus près du Soleil (1).

» Quoique les équations pour les années 1844 et 1845, données dans ma Note précédente, paraissent indiquer un rapport entre la force magnétique de la Terre et la pression atmosphérique, ce rapport n'apparaît pas si l'on compare les variations moyennes d'un jour à un autre pour les deux forces. Aussi, comme les calculs indiquent jusqu'ici 26 jours pour la période magnétique (2) et près de 25,8 jours pour celle de la pression atmosphérique, il faut que les calculs soient étendus sur une plus longue série d'années, avant de pouvoir comparer les résultats pour les deux phénomènes.

» Depuis que cette Note a été écrite, j'ai fait les calculs pour trois années de plus, et, quoique une période de près de 26 jours apparaisse dans

(1) *Trans. Brit. Assoc.*, 1859, p. 46.

(2) La valeur de 26 jours pour la force magnétique est trouvée comme la plus probable dans une Note envoyée à la Société Royale de Londres le 1er juin de cette année; mais ce résultat repose principalement sur des comparaisons à un intervalle d'un ou deux ans. Les plus longs intervalles que j'ai employés seraient satisfaits par une période de près de 25,8 jours. J'ai associé cette période à la rotation du Soleil, comme la seule cause probable, et l'on pourrait faire l'objection que le nombre de jours ne s'accorde pas avec celui qui se déduit des taches. Il sera temps de considérer cette objection quand j'aurai les résultats des calculs plus étendus dont j'ai parlé; les valeurs données ne doivent être acceptées que comme provisoires.

chaque année, cependant les maxima n'occupent pas exactement la place qu'ils devraient occuper, si la période était exactement de 26 jours.

» Ce fait paraîtra plus clair par les équations déduites des observations du baromètre, faites à Singapour pendant les cinq années 1841 à 1845; les voici :

1841...	$y = 0^{pce},005$	$\sin(\theta + 79°)$	et le maximum a lieu le	$0^{j},8 = 26^{j},8$
1842...	$y = 0,008$	$\sin(\theta + 37°)$	»	$3,8 = 29,8$
1843...	$y = 0,016$	$\sin(\theta + 136°)$	»	$22,6 = 22,6$
1844...	$y = 0,007$	$\sin(\theta + 147°)$	»	$21,8 = 21,8$
1845...	$y = 0,011$	$\sin(\theta + 187°)$	»	$18,9 = 18,9$

» On verra qu'il y a une accélération de l'époque assez graduelle (celle de 1842 exceptée). Si l'époque avait varié plus ou moins d'une année à une autre, on aurait pu attribuer cette variation (comme dans le cas de 1842, par exemple) à des perturbations irrégulières; mais ce n'est pas le cas, et les calculs indiqueraient une période de près de 25,8 jours, plutôt que de 26 jours. Dans tous les cas, il faudrait faire les calculs pour des périodes plus ou moins longues que 26 jours. La probabilité la plus grande me paraît être pour une période de 26 jours ou de près de 26 jours. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains de transition de la Vendée; par* **M. A. Rivière.**

(Extrait par l'auteur.) (Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« *Division des terrains de transition.* — Ces terrains se divisent, dans la Vendée, en trois groupes, qui sont, en commençant par le plus ancien : 1° le terrain phylladique ou cambrien; 2° le terrain grauwacique ou silurien; 3° le terrain calcique ou dévonien. Ces terrains sont distincts du terrain primitif, dont ils se séparent par leur composition différente, la discordance de stratification et la présence de fossiles.

» Les roches du terrain primitif sont cristallines, massives ou fissiles, mais jamais schisteuses dans la véritable acception du mot. Ce terrain ne contient point de grès, de poudingues, de brèches, d'anagénites, et ses roches offrent tous les caractères d'une origine ignée. Au contraire, les roches de sédiment des terrains de transition sont schisteuses, grenues, bréchiformes ou poudingiformes; elles ont été formées avec des matériaux du terrain primitif. Les terrains de transition contiennent des grès, des poudingues, des brèches, des anagénites, des galets, en un mot, des fragments anguleux ou arrondis des roches du terrain primitif.

» Les terrains de transition sont en stratification discordante avec le terrain primitif. Cette discordance de stratification est reconnue au moyen

des directions des massifs, des bandes, des feuillets, etc., des roches des terrains de transition; elle est aussi reconnue au moyen des dégradations du sol primitif ou des anfractuosités dans lesquelles se sont déposées les roches des terrains de transition.

» L'allure du terrain primitif est plus complexe et plus tourmentée que celles des terrains de transition. La direction générale qui appartient au terrain primitif est du nord-ouest un peu nord au sud-est un peu sud, c'est-à-dire suivant le système de soulèvements de la Vendée; tandis que les principales directions que montrent les terrains de transition sont environ de l'ouest 38 degrés nord à l'est 38 degrés sud, c'est-à-dire suivant le système du Morbihan. Le système de la Vendée ne se montre nulle part dans les terrains de transition, au lieu que le terrain primitif est plus ou moins affecté par les systèmes postérieurs à celui de la Vendée. Ce dernier système de dislocations est donc d'une époque antérieure à la formation des terrains de transition. Parmi les localités où la différence de stratification de divers ordres est le mieux caractérisée, je citerai les environs de la Vildé, de la Mainbergère, de la Nivertière, du Petit-Brochet, du Moulin-Noiron, etc.

» Le terrain primitif ne renferme aucun fossile.

» *Division des terrains de transition en trois terrains distincts.* — Pour établir la division des terrains de transition de la Vendée en trois terrains distincts, on a encore trois éléments : discordance de stratification, composition différente, présence de fossiles.

» La discordance de stratification n'est pas caractérisée par des différences dans les directions respectives, car les directions sont les mêmes pour les trois terrains de transition, ou ne diffèrent pas suffisamment. Mais la discordance de stratification est donnée par les positions et des inclinaisons non parallèles ou en sens inverses des couches et des feuillets-strates des roches superposées. Cette discordance de stratification est évidente dans plusieurs localités, notamment à la Nivertière, à la Mainbergère, etc.

» Les fragments anguleux ou arrondis que renferme le terrain phylladique ou inférieur de transition ne proviennent qué des roches du terrain primitif; tandis que le terrain grauwacique ou moyen contient des fragments anguleux ou arrondis provenant à la fois des roches du terrain primitif et du terrain phylladique; enfin le terrain calcique ou supérieur renferme des matériaux qui proviennent des trois terrains précédents.

» Comme exemples je citerai, pour le terrain phylladique, les environs du Moulin-Noiron, des Chauvrières, de Corbaon, de la Motte-Achard, de Château-Frommage, etc.; pour le terrain grauwacique, les environs de la

Nivertière, de la Chataigneraye, de Cheffois, du Petit-Brochet, etc. ; pour le terrain calcique, les environs de la Vildé et de la Mainbergère.

» Le terrain phylladique ou cambrien et le terrain grauwacique ou silurien ne montrent aucun fossile distinct.

» Les terrains de transition de la Vendée sont en général plus fertiles que les autres terrains de la contrée. On le conçoit facilement, étant composés principalement de roches qui ont été formées de débris variés de terrains antérieurs.

» *Terrain phylladique ou cambrien.* — Sa composition est moins variée et plus uniforme que celle du terrain grauwacique ou silurien. Le terrain phylladique se compose de deux parties : l'une stratifiée, l'autre massive ou non stratifiée. La partie stratifiée est composée de phyllade et de ses roches accidentelles, équivalentes ou subordonnées, telles que grauwacke, brèche quartzo-talqueuse, phtanite, lydienne, quartzite, quartz plus ou moins graphitifère, limonite, etc., avec quartz en filons, en amas ou en veines irrégulières. La partie non stratifiée se compose de porphyre quartzifère et de ses roches accidentelles, telles que eurite, syénite et phorphyre talqueux.

» Les roches stratifiées du terrain phylladique sont disposées en couches plus ou moins distinctes; les unes alternent avec la roche principale, qui est le phyllade, ou lui sont subordonnées, et d'autres en sont simplement des variétés accidentelles. Le terrain phylladique forme l'une des parties accidentées du pays; d'autres fois, il constitue des plateaux qui sont séparés entre eux par des ondulations ou des arêtes plus ou moins prononcées. En Vendée il se trouve distribué dans les parties orientale, centrale et occidentale.

» Le terrain primitif forme le fond d'un tableau au milieu duquel les roches du terrain phylladique se dessinent en séries de figures allongées ou bandes dans le sens de l'est-sud-est un peu sud à l'ouest-nord-ouest un peu nord, c'est-à-dire suivant l'orientation du système de soulèvements du Morbihan, auquel est dû le principal relèvement des couches et des feuillets des roches du terrain phylladique.

» *Terrain grauwacique ou silurien.* — La composition de ce terrain de la Vendée est assez variée. Il comprend deux parties distinctes : l'une stratifiée, l'autre massive ou non stratifiée. La partie stratifiée est composée de grauwacke, d'anagénite talquo-quartzeuse et plus ou moins feldspathique, de phyllade, de quartzite, de grès, de poudingue, etc., avec quartz en filons, en amas ou en veines irrégulières. La partie non stratifiée se compose de porphyre quartzifère et de ses roches accidentelles, telles que eurite, syénite et porphyre talqueux. Les roches stratifiées sont disposées en

couches plus ou moins distinctes : les unes alternent avec les roches principales ou leur sont subordonnées, et d'autres sont simplement des variétés accidentelles des roches principales, qui consistent en grauwacke, anagénite et grès. Ce terrain forme, comme le terrain phylladique, l'une des parties les plus accidentées du pays; d'autres fois, il constitue des plateaux qui sont séparés par des ondulations ou des arêtes plus ou moins prononcées. En Vendée, il ne se trouve pas dans la partie occidentale, mais bien dans les parties orientale et centrale.

» Sur le terrain primitif directement ou sur le terrain phylladique, les roches du terrain grauwacique se dessinent comme celles du terrain phylladique, en séries de figures allongées ou bandes dans le sens de l'est-sud-est un peu sud à l'ouest-nord-ouest un peu nord, c'est-à-dire suivant le système de soulèvements du Morbihan, auquel est dû le principal relèvement des couches et des feuillets des roches du terrain grauwacique et du terrain phylladique. Ces bandes sont alignées ou parallèles entre elles, et même parallèles à celles du terrain phylladique. Des filons et des veines de quartz, des fentes et des filons métallifères sont parallèles aux couches et aux feuillets, ou les croisent dans divers sens.

» *Terrain calcique ou dévonien.* — La composition du terrain calcique ou dévonien de la Vendée n'est pas variée; d'ailleurs ce terrain ne se trouve représenté dans cette contrée que sur une faible étendue. Il comprend deux parties distinctes : l'une stratifiée, l'autre massive ou non stratifiée. La partie stratifiée est composée de calcaire marbre, de grès, d'arkose, de poudingue et de grauwacke. Le calcaire marbre renferme des fossiles, tels que productus, spirifères, encrines et cyatophyllums.

» La partie non stratifiée se compose d'eurite serpentineuse et de ses roches accidentelles, telles que porphyre serpentineux, variolite serpentineuse, ophicalée et quartz serpentineux. Par sa composition, l'eurite serpentineuse se lie d'un côté avec le porphyre quartzifère et d'un autre côté avec la diorite; comme le porphyre, elle contient de l'orthose et du quartz; au contraire le diorite n'en renferme pas. Mais, comme le diorite, elle est amphibolifère, albitique, calcarifère et grenatifère. Elle forme donc l'intermédiaire entre le porphyre et le diorite. Son apparition a eu lieu après celle des porphyres et avant celle des roches dioritiques. On n'en trouve pas de fragments dans les terrains phylladique et grauwacique, mais on en reconnaît des fragments dans le terrain houiller, tandis qu'on ne rencontre aucun fragment de diorite dans ce dernier terrain.

» Les roches stratifiées du terrain calcique sont disposées en couches plus ou moins distinctes qui alternent quelquefois. En Vendée, ce terrain

ne se trouve que dans la partie orientale et dans la partie centrale. Les bandes du terrain calcique sont alignées ou parallèles entre elles et même à celles des terrains phylladique et grauwacique, c'est-à-dire suivant le système de soulèvements du Morbihan, auquel est dû le principal relèvement des couches et des feuillets-strates des roches du terrain calcique, du terrain grauwacique et du terrain phylladique de la Vendée.

» Le terrain calcique ou dévonien de la Vendée, malgré son faible développement, offre un grand intérêt au point de vue des terrains de transition que l'on trouve dans cette contrée, et comme représentant partiel du même terrain qui est plus étendu et plus complet dans l'Anjou, la Bretagne, etc. »

M. **Delage** soumet au jugement de l'Académie une Note relative au terrain tertiaire de Lormandière, près de Rennes.

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

M. **Maumené** adresse une nouvelle Note à l'appui de sa Communication précédente, intitulée « Théorie générale de l'action chimique; deux nouveaux acides provenant de l'oxydation du sucre ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **Garrigou** adresse une nouvelle Note, en réponse à la dernière Communication de M. *Leymerie* sur la constitution des Pyrénées.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Dezautière** adresse une Note relative à une averse de grêle, tombée aux environs de Decize (Nièvre).

(Renvoi à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville).

M. **Pons** adresse une Note relative au système du monde.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **Rabache** adresse une Note relative à diverses questions de Physique générale et de Chimie.

(Renvoi à la Section d'Astronomie, à laquelle MM. Becquerel, Babinet, Dumas sont priés de s'adjoindre.)

M. **Charles**, M. **Piffer** adressent des Communications relatives à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Brachet** adresse une Note relative à un nouveau réfracteur binoculaire.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. E. **Mouchez** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une des places vacantes de Géographie et Navigation au Bureau des Longitudes.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. **Lucas** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Physique générale, par le décès de M. *Duhamel*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Une brochure de M. *A. Sismonda,* intitulée « Observations relatives à un article de M. G. de Mortillet, publié dans la Revue savoisienne, sous le titre de Géologie du tunnel de Fréjus, ou percée du Mont-Cenis » ;

2° Une brochure de M. *Blavier*, intitulée « Considérations sur le service télégraphique et sur la fusion des administrations des Postes et des Télégraphes » ;

3° Une Note de MM. *Gaudefroy* et *Mouillefarine,* extraite du Bulletin de la Société botanique de France, « sur des plantes méridionales observées aux environs de Paris (*florula obsidionalis*) » ;

4° Un Mémoire de M. *P. Vidal*, portant pour titre « Une nouvelle plante fourragère à cultiver : le Caille-lait élevé, désigné par certains auteurs sous les noms d'asperule, cynanchique odorante, rubéole, petite garance, etc. »

Ces deux derniers ouvrages seront renvoyés à la Section d'Économie rurale.

M. le Secrétaire perpétuel, en signalant à l'Académie un ouvrage de M. *Delesse*, intitulé « Lithologie du fond des mers », qui est adressé par M. le Ministre des Travaux publics pour la Bibliothèque de l'Institut, donne lecture des passages suivants d'une Lettre de l'auteur, qui est parvenue en même temps que cet envoi :

« Les agents qui concourent à la formation des dépôts ont d'abord été étudiés d'une manière générale. Parmi ces agents, les uns s'exercent à la surface du globe, comme l'atmosphère, les eaux douces ou saumâtres et les eaux salées des mers; les autres s'exercent à l'intérieur du globe, comme les eaux souterraines, les éruptions et les dislocations. Quant aux agents organiques, représentés par les végétaux et surtout par les animaux qui peuplent les mers, ils demandaient également à être étudiés, puisque leurs débris constituent une partie importante des dépôts marins.

» A l'aide des cartes hydrographiques, dressées par les marins et par les ingénieurs hydrographes de tous les pays, j'ai exécuté des cartes lithologiques pour les mers principales du globe. Autant que le permet l'état actuel de la science, elles donnent l'orographie du fond des mers, qui est figurée par des courbes horizontales; elles font connaître aussi la nature minéralogique, qui est indiquée par des couleurs conventionnelles. De plus, elles permettent d'apprécier les relations intimes qui existent, d'une part, entre la nature des dépôts marins et l'état d'agitation des eaux; d'autre part, entre la nature des roches sous-marines et celle des roches qui émergent dans leur voisinage. Ces cartes lithologiques comprennent, non-seulement les mers de France, mais encore les mers de l'Europe et d'une partie de l'ancien monde; elles comprennent aussi les mers les plus importantes du nouveau monde, notamment celles de l'Amérique septentrionale et centrale, et celles qui baignent les régions arctiques.

» Dans tout l'ouvrage, des détails spéciaux sont donnés pour la France; car nos côtes sont bien connues par de nombreux sondages, exécutés surtout par les ingénieurs hydrographes, et, d'un autre côté, dans des explorations personnelles, j'ai pu réunir une collection assez complète de nos dépôts marins.

» La dernière partie de l'ouvrage comprend une application aux mers anciennes de la France des études précédentes sur les mers actuelles. Ces mers anciennes ont été restaurées pour plusieurs époques géologiques. J'ai cherché surtout à représenter l'orographie souterraine qu'offrent actuellement les dépôts marins appartenant à une même époque géologique; car alors il devient facile de définir et de rendre bien sensibles les déformations qu'ils ont subies postérieurement. Ces dernières sont d'ailleurs très-complexes, puisqu'elles sont dues aux divers agents intérieurs ou extérieurs qui, à toutes les époques, n'ont cessé de modifier et de dégrader l'écorce terrestre.

» L'ouvrage se termine par quelques considérations générales sur l'ensemble des terrains stratifiés. Il convient d'observer que les dépôts de l'époque actuelle présentent de grandes différences dans leurs caractères, soit minéralogiques, soit paléontologiques; toutefois, les terrains déposés à différentes époques, dans une même région, peuvent avoir beaucoup d'analogie; d'un autre côté, les terrains de toutes les époques conservent certains caractères paléontologiques qui sont en relation avec leurs caractères minéralogiques. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la théorie de la roue à réaction.* Note de **M. de Pambour.**

« Dans une précédente Communication (séance du 12 février 1872), nous avons présenté une théorie de la roue à réaction; mais, comme dans cette roue la réaction devient une puissance, il nous paraît nécessaire d'entrer dans quelques détails sur son expression.

» Nous avons dit que la réaction est un recul pareil à celui qui se produit dans un canon, une fois le coup parti, ou dans une fusée qui s'élève par un mouvement rétrograde et continu. Dans le premier cas, c'est un effet instantané; dans le second, c'est un effet continu et permanent, et la réaction devient alors une puissance.

» Lorsque la réaction se produit dans une roue, elle peut être instantanée ou permanente. Elle est instantanée quand elle se produit en se séparant de la roue, pour prendre une direction différente, parce que, une fois sortie de la roue, elle n'a plus d'action commune avec elle, et que, dans la nouvelle direction qu'elle suit, elle ne trouve pas de vitesse active pour l'appliquer à des effets utiles. Alors son effet est fixe et se traduit simplement par une force vive. C'est le cas de la turbine.

» Mais la réaction est continue lorsqu'elle agit sans quitter la roue. Nous avons vu que, lorsque l'eau qui parcourt un conduit arrive au point de jonction de ce conduit avec la circonférence extérieure de la roue, elle se trouve sollicitée par deux forces agissant en sens contraire l'une de l'autre, savoir la vitesse u' du conduit et la vitesse v de la roue. Dans le cas général, la résultante de ces deux forces peut avoir une direction quelconque; mais, dans la roue à réaction, comme les forces u' et v sont toutes deux tangentes à la roue et de signe contraire, leur résultante n'est autre que leur différence, et cette résultante continue d'agir sans quitter la roue. La pression qu'elle exerce se trouve donc, comme auparavant, appliquée à la vitesse de la roue, et par conséquent la réaction devient une véritable force permanente et régulière, comme toutes les autres forces du système. C'est donc dans ce sens que nous avons dû l'établir.

» La formule que nous avons obtenue, pour l'expression de l'effet utile de la roue à réaction, est la suivante :

$$Eu = rv = \xi M(U \sin\alpha - u'')u' + \xi M(u' - v)v + \xi M \frac{R''}{R}(U\cos\alpha - v'')v$$
$$+ \frac{1}{2}\xi M \frac{R_1}{R}\cdot\frac{\rho^2 - \rho''^2}{\rho^2} u_1^2 \cos\theta - \frac{1}{2}\xi M(u' - v)^2 - fv.$$

Cette formule est relative au cas de $u' > v$. Dans le cas contraire, le second terme, qui représente la réaction, doit être remplacé par le suivant :

$$+\xi M \frac{l'}{l}(v - u')v;$$

l' est alors la longueur de l'aube non parcourue par l'eau, et l sa longueur totale, ainsi qu'il a été expliqué.

» Pour contrôler cette formule, nous avons eu recours à un Mémoire dû à un illustre membre de cette Académie, dont les Sciences ont maintenant à regretter la perte. Dans ce travail, l'auteur s'est proposé de reconnaître quelles sont les meilleures dispositions à adopter pour obtenir de la roue à réaction le plus grand effet possible. En conséquence, il a mis à l'essai divers modèles de roue, en les modifiant à mesure des besoins, et ce sont les dernières expériences, faites sur le modèle le plus perfectionné de l'auteur, qui nous serviront à composer les résultats du calcul et ceux de l'expérience. (Voir *Recherches théoriques et expérimentales sur les roues à réaction*, par M. Combes, tableau IV, p. 75-79.)

» Les dimensions et données de la roue employée sont les suivantes :

» 30 aubes tangentes à la circonférence extérieure de la roue, et normales à la circonférence intérieure;

» Hauteur des aubes à la circonférence extérieure, $0^m,0220$, et à la circonférence intérieure, $0^m,0165$;

» Rayon extérieur de la roue, $R = 0^m,070$, et rayon intérieur, $R'' = 0^m,050$;

» Rayon mesuré de l'axe de la roue au point central de l'aube, $R_1 = 0^m,058$;

» Angle d'inclinaison de l'eau sortant du réservoir sur la tangente à la circonférence intérieure de la roue, $\alpha = 30$ degrés;

» Angle d'inclinaison de la normale aux aubes sur la tangente à la circonférence moyenne de la roue (d'après la figure donnée par l'auteur), $\theta = 30$ degrés;

» Aire contractée des orifices de sortie du réservoir, $O = 0^{mq},0018088$;

» Aire pareille des orifices d'entrée dans la roue, $O'' = 0^{mq},0043197$;

» Aire pareille des orifices de sortie de la roue, $O' = 0^{mq},0020066$;

» Coefficients de contraction : pour la sortie du réservoir, $0^m,80$ (d'après l'auteur, p. 83), et pour les canaux de la roue, à la sortie et à l'entrée (pour pertes de forces vives), $0^m,95$;

» Rayon de courbure extérieur des canaux formés par les aubes (d'après la figure), $\rho = 0^m,0220$;

» Rayon intérieur, $\rho'' = 0^m,0125$;

» Longueur de la normale abaissée de l'extrémité d'une aube sur la suivante, $0^m,0032$;

» Longueur mesurée à l'intérieur (d'après la figure), du point où tombe cette normale jusqu'à l'extrémité de l'aube, $l' = 0^m,0145$;

» Longueur totale de l'aube, $l = 0^m,0330$;

» Levier de Prony, employé dans les expériences, $0^m,200$.

Roue à réaction (comparaison du calcul avec l'expérience).

Numéros des expériences.	Charge de la roue.	Poids d'eau dépensé par seconde.	Chute totale de l'eau.	Vitesse de la roue par seconde.	Effet utile d'après le calcul.	Effet utile d'après l'expérience.
	kg	kg	m	m	kgm	kgm
1.......	0,6886	4,5334	0,478	1,5981	1,2299	1,1001
2.......	1,4027	4,3667	0,481	» (1)	» (1)	» (1)
3.......	0,9742	4,2832	0,466	0,6451	0,5655	0,6284
4.......	0,6886	4,4500	0,466	1,4734	1,1694	1,0145
5.......	0,6886	4,3667	0,466	1,5174	1,1017	1,0447
6.......	0,6171	4,7000	0,466	1,6933	1,3638	1,0449
7.......	0,6171	4,4500	0,466	1,8033	1,0849	1,1128
8.......	0,5457	4,7000	0,466	1,9719	1,2352	1,0760
9.......	0,5457	4,6167	0,471	2,0965	1,0412	1,1440
10.......	0,5457	4,7000	0,471	2,1039	1,1278	1,1480
11.......	0,4743	4,6167	0,471	2,3311	0,8151	1,1055
12.......	0,4743	4,7000	0,475	2,2651	0,9554	1,0742
13.......	0,4743	4,7000	0,475	2,3898	0,8613	1,1333
14.......	0,4028	4,8667	0,471	2,6683	0,9639	1,0748
15.......	0,4028	4,8667	0,476	2,6023	0,9635	1,0483
16.......	0,3314	4,9501	0,471	2,8222	1,0096	0,9353
17.......	0,3314	4,9501	0,471	2,8296	1,0561	0,9377
18.......	0,2600	5,1167	0,466	3,1008	1,0934	0,8161
19.......	0,4028	4,1167	0,378	1,8796	0,7319	0,7559
20.......	0,4028	4,0334	0,378	1,9059	0,6355	0,7677
21.......	0,4742	4,2000	0,378	1,7227	0,9017	0,8170
22.......	0,5457	4,2000	0,380	1,4954	0,9026	0,8160
				Totaux.................	20,8094	20,5952

» Afin d'avoir, dans le calcul, des mesures homogènes, les charges du frein données par l'auteur ont été rapportées à la circonférence extérieure de la roue, en les multipliant par le rapport inverse des distances à l'axe; les vitesses de la roue, exprimées en tours de roue par minute, ont été changées en vitesses de la circonférence extérieure et mesurées en mètres par seconde. Enfin le frottement de la roue a été déterminé en évaluant le poids de la roue et de l'eau qu'elle contient, prenant le frottement sur le tourillon à $0^{m},06$ de la pression et rapportant ce frottement à la circonfé-

(1) La roue ne tourne pas.

rence extérieure de la roue. On a trouvé ainsi :

$$f = 0^{\text{kil}},0015.$$

» Nous rappellerons que le frottement additionnel, dû à la charge, est exprimé par $(1 + f') = 1,12$, et qu'on a

$$g = \frac{1}{1+f'} \quad \text{et} \quad M = \frac{P}{g}.$$

» En appliquant à la formule de l'effet utile les données précédentes, nous avons obtenu les résultats contenus dans le tableau ci-joint. On verra que le total des chiffres du calcul ne diffère de celui des expériences que de 1 pour 100. Nous n'avons pu comparer ces résultats à ceux d'autres formules, parce que nous n'en connaissons pas l'usage. Nous dirons seulement que M. Combes, qui cherchait le rapport moyen du travail calculé au travail exécuté, a trouvé, par ses expériences, que ce rapport était de 0,48 ; c'est-à-dire que, suivant cette manière de calculer, qui est usuelle, il y aurait entre le calcul et l'expérience une différence de 52 pour 100. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Réponse aux critiques présentées par le* P. Secchi, *à propos des observations faites sur quelques particularités de la constitution du Soleil.* Note de **M. Respighi**, présentée par M. Faye (1). (Extrait.)

« Si le P. Secchi, dans sa réponse (*Comptes rendus*, séance du 17 juin) à ma Note du 27 mai 1872, s'était borné à confirmer ses opinions par des arguments sérieux et à combattre directement les miennes, je ne serais pas revenu sur la question qui a été soulevée entre nous; mais cette réponse contient de telles inexactitudes et de telles insinuations, que je suis obligé de prier l'Académie de vouloir bien me permettre quelques rectifications.

» D'après le P. Secchi, ma Note du 17 mai conduirait à cette conclusion, que tout ce qu'il a communiqué à l'Académie, dans un an de travail soutenu, ne présente aucune consistance, et que, s'il se trouve quelques assertions exactes dans ses Mémoires, c'est à moi qu'elles appartiennent.

» Cela n'est pas exact : j'ai seulement soutenu que la loi de la direction des grandes protubérances vers les pôles solaires et l'accouplement des grandes protubérances aux extrémités d'un même diamètre du Soleil, tels qu'ils sont admis par le P. Secchi, ne sont pas vérifiés par mes observations; j'ai ajouté que, si le P. Secchi avait examiné mes écrits sur les protubérances, il n'aurait pas publié, comme des découvertes, des résultats aux-

(1) A l'appui de cette Note, M. Respighi a adressé à l'Académie une belle collection des nombreux profils solaires qui ont servi de base à ses études.

quels j'étais parvenu depuis plus d'une année; j'ai cité comme exemple la distribution des protubérances en rapport avec l'axe de rotation solaire.

» Le P. Secchi, après avoir reproduit cette dernière proposition de ma Note, dit que je cite *ici* mes Notes III et IV, dont il se donne la peine de déterminer les dates, dans le but de montrer que ces mêmes Notes ne sont pas antérieures à quelques-unes de ses publications. Mais cette assertion du P. Secchi n'est pas exacte; car je cite dans cet endroit, à l'appui de ma proposition, toutes mes publications antérieures à l'époque à laquelle le P. Secchi a commencé ses observations régulières sur les protubérances, et pas du tout la Note IV, rappelée plus bas et seulement comme un simple document où le P. Secchi aurait dû voir que mes observations avaient été continuées du 26 octobre 1869 jusqu'au 23 juillet 1871.

» Pour justifier brièvement cette proposition de ma Note, dans laquelle le P. Secchi trouve une attaque contre lui aussi inattendue qu'imméritée, je me bornerai à faire remarquer que le P. Secchi, dans toutes ses Communications à l'Académie relatives aux protubérances, n'a pas dit un seul mot des nombreux résultats publiés par moi, avant le commencement de ses observations régulières sur ces phénomènes.

» Je ne pense pas que le P. Secchi puisse attaquer l'exactitude de mes observations, commencées un an et demi avant les siennes; car, en comparant ses Communications à l'Académie et ses Mémoires avec mes publications antérieures, on trouverait facilement qu'il y a plusieurs résultats communs et identiques. Le P. Secchi, en reproduisant quelques passages de ma Note sur la distribution des protubérances, oublie de citer la proposition suivante (p. 18) :

« Nella zona equatoriale, per una larghezza di circa 20°, le protuberanze, o le eruzioni sono » meno frequenti e meno sviluppate che nelle regioni corrispondente a maggiori latitudini. »

» Ce résultat, joint aux autres cités par le P. Secchi, donne déjà une idée bien détaillée de la distribution des protubérances sur la surface du Soleil, et montre avec évidence que cette distribution n'est pas accidentelle ou casuelle, mais décidément dépendante de la rotation solaire.

» Or je demande si le P. Secchi avait le droit de publier, plusieurs mois plus tard, ce même résultat sans mentionner mes conclusions antérieures.

» Le P. Secchi, en citant la page 20 de ma Note III, fait remarquer que, lorsque j'ai énoncé la fréquence des protubérances dans les régions des facules, j'ai montré une réserve extrême, et que j'ai réclamé des observations ultérieures; mais si l'on se donne la peine de lire la page 20 de ma Note III, on trouvera que cette réserve et cette réclame d'observations

ultérieures sont exclusivement relatives à la question d'identité des protubérances et des facules, identité soutenue par le P. Secchi et contestée par moi. Et il est bien regrettable que le P. Secchi se serve de cette équivoque interprétation pour prouver que je n'étais pas sûr de mes résultats sur la distribution des protubérances, et que, par cette raison, j'ai attendu un an après ses publications pour réclamer la priorité.

» Pour montrer que le nombre des observations qui m'ont permis de déclarer à M. Faye, en octobre 1871, que la loi de la direction des grandes protubérances vers les pôles n'était pas vérifiée est bien loin d'être six fois plus grand que le nombre des observations desquelles il avait déduit cette loi, le P. Secchi fait un calcul inexact; car il se fonde sur le nombre des profils solaires qu'il possède maintenant, tandis qu'il devait se fonder sur le nombre des profils qu'il possédait à l'époque à laquelle se rapporte ma déclaration : il retrouverait alors à peu près le rapport signalé, non par moi, mais par M. Faye.

» Le P. Secchi, pour écraser mon opposition à sa loi, se base sur l'imperfection de mon instrument, sur la plus grande imperfection de mes dessins et sur la surprise que j'ai dû éprouver de n'avoir pas vu ce qui, du reste, était assez clair suivant lui. Cette imperfection de mon instrument lui paraît démontrée par le seul fait que je n'aurais pas réussi, avec cet instrument, à apercevoir la structure filamenteuse des protubérances, dont la découverte était réservée aux grandes lunettes de l'Observatoire du Collége Romain et de l'Observatoire de Palerme. Je répondrai au P. Secchi en montrant, d'une manière incontestable, qu'avec ma petite lunette j'ai pu apercevoir distinctement cette structure dans les protubérances, longtemps avant l'époque à laquelle elle a été signalée par lui et par M. Tacchini.

Dans ma Note III du 4 décembre 1870 (page 10), en énumérant les différents types de protubérances observés par moi du 26 octobre 1869 à la fin de novembre 1870, je ne dis pas un mot sur le type *à arbre*, qui, suivant le P. Secchi, serait presque le seul que puisse montrer ma lunette, mais en revanche je donne la description suivante de la structure filamenteuse :

« I getti riuniti in gruppi si presentano spesso nelle località delle macchie sotto l'aspetto » di fili lucidissimi, più o meno vicini fra loro, ora paralleli, ora divergenti. Anche nelle » altre parte della superficie solare si osservano non di rado dei grandi gruppi di getti ben » definiti e sottili, ma assai meno lucidi et fra loro irregolarmente intrecciati, in modo che, » se l'aria non è molto trasparente e tranquilla, ci appariscono come masse nuvolose termi- » nate superiormente in filamenti più o meno decisi.

» Quest' ultima forma di protuberanze è più frequente nelle alte latitudini, e non di rado » se ne presentano di assai gigantesche anche sino a 70° di latitudine. ».

» Ces déclarations me semblent plus que suffisantes pour montrer que, avec mon petit instrument, non-seulement j'ai aperçu cette structure avant le P. Secchi et M. Tacchini, mais que, de plus, j'avais déjà signalé les conditions et les localités où elles sont prédominantes.

» A propos de l'inexactitude de mes dessins, je citerai le professeur Lorenzoni qui, dans une lettre du 16 mai 1872, me dit :

« Fortunamente io possedo dei profili fatti pressochè contemporaneamente ai suoi, e dal » confronto trovo che in generale c'è accordo; solo i miei disegni sono meno dettagliati in » causa della differenza di clima et molto più in causa della inferiorità del mio strumento. »

» M. Tacchini, dans une Lettre du 6 juin 1872, parlant des 140 profils solaires dernièrement publiés par moi, me dit que ce sont des « lavori che » potevano andare *a maraviglia* nel giornale degli Spettroscopisti italiani. »

» Ces déclarations de deux Membres de la Société italienne suffisent pour faire apprécier les assertions du P. Secchi.

» Pour ce qui est de dire que mon opposition à sa découverte a été causée par la surprise de n'avoir pas vu ce qui, du reste, était assez clair, c'est une insinuation qui ne mérite pas d'être réfutée.

» Le P. Secchi ajoute encore qu'en soutenant que les infléchissements des protubérances vers les pôles ne peuvent pas être produits par des courants atmosphériques, parce qu'ils se produisent brusquement et avec des vitesses prodigieuses, j'ai confondu deux classes de protubérances, celles des éruptions, qui sont très-agitées, et celles des régions calmes, qui conservent pendant des journées entières une direction constante. Je répondrai que c'est lui qui fait cette confusion; car dans ses statistiques il a pris toutes les protubérances, sans aucune distinction; tandis que, même dans les latitudes moyennes, où il trouve sa loi plus marquée, les protubérances sont souvent très-agitées, et, par conséquent, leurs infléchissements ne peuvent pas être produits par des courants atmosphériques.

» Le P. Secchi me reproche d'avoir oublié la circonstance qu'une grande partie de mes observations tombe dans une époque extrêmement troublée, et qu'ainsi mes résultats pourraient tenir plutôt à des exceptions qu'à des règles. Chose singulière, ce sont justement les observations du P. Secchi qui tombent toutes dans cette période de perturbation : les miennes, au contraire, ont l'avantage de la comprendre et d'aller au delà; et c'est par cette circonstance que j'ai pu la signaler et la constater avec évidence dans ma Note IV, où j'ai montré les changements périodiques qui sont survenus dans la fréquence, les formes, la hauteur et la distribution des

protubérances, en correspondance avec le maximum des taches solaires.

» Le P. Secchi dit que la logique rigoureuse exige que nous bornions nos conclusions à la période de nos observations. Je n'ai jamais manqué à cette règle, et quand j'ai contredit quelques-uns de ses résultats, je me suis toujours appuyé sur des observations comprises dans la même période.

» Au contraire, ceux qui prétendent infirmer plusieurs de mes résultats ont dû s'appuyer sur des observations postérieures, avec le risque d'opposer à des lois de simples exceptions; ce qui s'est déjà vérifié de la manière la plus éclatante à propos de mon résultat relatif au manque de grandes protubérances dans les régions polaires, déduit et confirmé par un an d'observations régulières et consciencieuses, résultat qu'on a prétendu démentir par les grandes exceptions constatées à l'époque de la forte perturbation de l'année dernière.

» Mais le temps m'a fait justice; car, à mesure qu'un peu de calme se rétablissait à la surface du Soleil, nous avons vu les grandes protubérances émigrer de ces régions, et se réduire dans les latitudes moins élevées, de manière que, pendant les cinq mois derniers, je n'ai constaté aucune exception importante à cette loi. Ce succès et quelques autres que je regrette de ne pouvoir pas exposer dans cette Note me donnent la certitude que mes résultats seront complétement justifiés par les observations futures. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants d'induction développés dans la machine de M. Gramme.* Note de **M. J.-M. Gaugain**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« 1. Lorsque M. Gramme a présenté à l'Académie (en juillet 1871) la description de la machine dont il est inventeur, il en a rattaché la théorie à un résultat d'expérience qu'il a fait connaître dans les termes suivants :

« Considérons un long électro-aimant, c'est-à-dire un long barreau de fer doux sur lequel on a enroulé un fil conducteur isolé; si l'on présente à cet électro-aimant un aimant droit permanent, et si l'on fait mouvoir cet aimant parallèlement à lui-même en maintenant constante sa distance au barreau, le pôle de l'aimant développera dans le fer doux un pôle magnétique qui se déplacera en même temps que l'aimant. Le déplacement de ce pôle dans l'intérieur du fer entraînera dans le fil conducteur la production d'un courant d'induction qu'on pourra rendre sensible au moyen d'un galvanomètre et qui accordera le même sens pendant toute la durée du mouvement de l'aimant. »

» Je me suis attaché d'abord à analyser les actions inductrices mises en jeu dans cette expérience, et pour la répéter j'ai apporté à l'appareil de M. Gramme cette légère modification : au lieu d'enrouler directement le

fil conducteur sur le barreau de fer doux, j'ai placé ce barreau dans un cylindre de carton qui peut glisser librement sur le barreau, et c'est sur le carton que le fil a été enroulé; cette disposition permet de faire mouvoir l'hélice indépendamment du barreau et réciproquement.

» 2. Le barreau et l'aimant étant disposés de manière que leurs axes se coupent à angle droit, vers le milieu de la longueur du barreau, si l'on met l'hélice en communication avec un galvanomètre, puis qu'on fasse glisser cette hélice dans le sens de son axe, sans déplacer le barreau, on obtient un courant d'induction qui ne peut être mis sur le compte d'un changement dans l'état magnétique du barreau et qui dépend exclusivement du déplacement de l'hélice par rapport au pôle magnétique développé par influence dans le fer doux.

» 3. Les positions respectives du barreau étant les mêmes qu'au début de l'expérience précédente, si on fixe l'hélice dans une position invariable et qu'on fasse glisser le barreau de fer doux dans le sens de son axe, on obtient encore un courant d'induction qui ne peut plus être attribué qu'aux changements qui s'opèrent dans l'état magnétique du barreau (aimantation et désaimantation), puisque le pôle du barreau conserve la même position dans l'espace et que la position de la bobine est également invariable. Je me suis servi pour cette expérience comme pour la précédente d'une hélice formée de quelques tours de spire seulement.

» 4. Des deux faits que je viens d'énoncer il résulte que, quand on fait mouvoir à la fois le barreau et l'hélice, le courant induit provient de deux causes distinctes : l'une est le mouvement de l'hélice en présence du pôle développé dans le barreau; l'autre consiste dans les changements successifs que subit l'état magnétique du barreau. Cette conclusion s'applique évidemment à l'expérience de M. Gramme (n° 1); car, lorsqu'on fait mouvoir simultanément le barreau et l'hélice en présence de l'aimant immobile, il est bien clair que l'on obtient le même résultat que lorsqu'on fait mouvoir (en sens inverse) l'aimant en présence du barreau et de l'hélice immobiles.

» 5. J'ai étudié successivement les courants induits dépendant des deux causes dont je viens de parler, et je vais indiquer d'abord les résultats des expériences qui se rapportent à la première de ces deux causes. Si l'on prend un barreau d'acier régulièrement aimanté, que l'on place sur le milieu de ce barreau une hélice formée de quelques tours de spire, et qu'après avoir mis cette hélice en communication avec un galvanomètre on la fasse glisser rapidement vers l'un ou l'autre des pôles du barreau, on obtient un

courant induit dont la direction reste la même, quel que soit le pôle vers lequel l'hélice est poussée ; on obtient un courant de sens inverse lorsque l'hélice est ramenée de l'une ou de l'autre extrémité du barreau vers la partie moyenne. Ce fait, connu depuis longtemps, est une conséquence de la théorie d'Ampère et de la loi de Lenz, et l'on va voir que l'on peut y rattacher la théorie de l'expérience de M. Gramme.

» 6. Si l'on place à la suite l'un de l'autre deux barreaux d'acier régulièrement aimantés et aussi identiques que possible, en les opposant par leurs pôles de même nom, on obtient un barreau double dans lequel on rencontre, lorsqu'on va d'une extrémité à l'autre, d'abord un pôle simple, que je supposerai boréal, puis une région neutre, puis un double pôle austral, puis une deuxième région neutre, puis un second pôle boréal. Si l'on place sur ce barreau double une hélice formée de qnelques tours de spire seulement, et qu'après l'avoir mise en communication avec un galvanomètre on la fasse glisser d'une extrémité à l'autre du barreau, on obtiendra d'abord, en passant du premier pôle boréal à la première région neutre, un courant marchant en sens inverse du courant moléculaire qui, suivant la théorie d'Ampère, constitue le magnétiseur du premier barreau ; considérons ce courant comme négatif : il changera de sens et deviendra par conséquent positif lorsqu'on passera de la première région neutre au pôle double, et restera positif lorsqu'on passera du pôle double à la deuxième région neutre ; enfin il redeviendra négatif lorsque l'hélice sera transportée de la deuxième région neutre au deuxième pôle boréal. Ainsi, lorsque l'hélice se meut constamment dans le même sens, les actions inductrices développées dans l'espace compris entre les deux régions neutres sont opposées aux actions qui se développent dans les espaces placés en dehors de ces régions neutres, et comme la somme des premières est égale à la somme des secondes, il en résulte que la somme totale des forces développées dans toute l'étendue du barreau est nulle. J'ai vérifié par des expériences directes ces conséquences de la théorie.

» 7. Maintenant supposons qu'on place un barreau de fer doux en présence d'un aimant, dans la position indiquée pour l'expérience du n° 2 : ce barreau se constituera sous l'influence de l'aimant dans un état magnétique tout à fait analogue à celui du double barreau de l'expérience du n° 6 ; seulement chacune des régions neutres dans le double barreau se trouve à égale distance du pôle double et du pôle simple voisin, tandis que, dans le barreau de fer aimanté par influence, les régions neutres sont beau-

coup plus rapprochées du pôle double que du pôle simple; mais si l'on place sur le barreau de fer une petite hélice et qu'on la fasse mouvoir d'une extrémité à l'autre du barreau, le courant subira les même alternatives que dans l'expérience du n° 6.

» 8. Si, au lieu d'employer une hélice composée de 8 à 10 tours de spire, on emploie une hélice qui embrasse tout l'espace compris entre les deux régions neutres, et qui empiète un peu sur la région, il est bien clair que les courants induits résultant du déplacement de l'hélice seront tous de même sens, tant que les extrémités de cette hélice ne s'écarteront pas sensiblement des régions neutres.

» 9. Si, au contraire, on emploie une hélice qui recouvre toute la longueur du barreau, la somme des actions inductrices sera sensiblement nulle d'après le n° 6; car il est clair que si l'on déplace cette hélice d'une quantité égale à l'épaisseur d'un tour de spire, on aura sensiblement le même résultat que si l'on opérait sur un seul tour de spire, et que ce tour de spire fût transporté d'une extrémité du barreau à l'autre.

» 10. Ce dernier cas est précisément celui de l'expérience de M. Gramme (n° 1), et par conséquent les courants induits qui se manifestent dans cette expérience doivent tous être attribués à la deuxième des causes mentionnées dans le n° 4, puisque les actions provenant de la première cause indiquée dans le même numéro se neutralisent naturellement.

» 11. Cette conclusion ne s'applique pas à la machine de M. Gramme, dans laquelle un anneau de fer doux entouré d'une hélice sans fin tourne entre les deux pôles d'un aimant permanent en fer à cheval. La disposition de cette machine est telle qu'on recueille exclusivement les courants développés dans l'intervalle qui sépare les deux régions neutres; l'appareil se trouve dans les conditions qui ont été examinées n° 8; alors, comme on l'a vu, toutes les actions conductrices résultant du déplacement de l'hélice par rapport au pôle double développé dans le fer doux agissent dans le même sens, et par conséquent ce déplacement de l'hélice contribue à la production du courant obtenu; je peux même ajouter qu'il y contribue pour la plus grande part. »

CHIMIE. — *Sur l'oxydation instantanée de l'alcool.* Note de **M. A. Houzeau**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Voici un exemple simple de la conversion directe de l'alcool en acide acétique et en aldéhyde, sans le concours d'aucun agent autre que l'oxygène modifié par l'électricité.

» Si dans un flacon d'un demi-litre de capacité rempli d'ozone concentré et humide, obtenu par l'un de mes appareils ozoniseurs à simple ou à double effet, on verse environ 10 centimètres cubes d'alcool absolu ou hydraté, il suffit d'agiter fortement le flacon pendant quelques secondes pour que immédiatement l'alcool neutre, et pour ainsi dire inodore, manifeste au papier de tournesol une forte réaction acide, due au vinaigre formé (1), et répande une odeur d'aldéhyde, dont la présence est démontrée par l'influence réductrice qu'exerce la liqueur sur un sel d'argent ammoniacal. Mais le fait le plus curieux de l'expérience, c'est la formation simultanée de quantités relativement considérables d'eau oxygénée; quelques centimètres cubes de la liqueur alcoolique bleuissent fortement le mélange d'acide chromique et d'éther.

» En opérant d'une façon comparative avec de l'oxygène ordinaire, c'est-à-dire avec la même source d'oxygène, avant que le gaz n'ait subi l'électrisation obscure, rien de semblable ne s'observe. Même après vingt-quatre heures de contact, l'alcool est resté neutre, inodore et sans action sur le sel d'argent, comme sur l'acide chromique.

» L'éther subit de la part de l'ozone concentré, et dans les mêmes conditions, une oxydation analogue et encore plus rapide avec production d'eau oxygénée.

» Si l'on rapproche ces effets d'oxydation des effets semblables que l'alcool éprouve au contact des corps oxydants, comme l'acide chromique, le mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse, etc., on ne peut méconnaître l'analogie profonde qui semble exister entre l'ozone à l'état de liberté et l'oxygène tel qu'il se trouve dans les combinaisons. C'est même cette analogie qui depuis longtemps m'avait fait supposer que l'ozone ne pourrait bien être que l'état primitif de l'oxygène.

---

(1) Après l'action de l'ozone, l'alcool, étant saturé par l'eau de chaux et évaporé à siccité, laisse un résidu qui dégage de l'acide acétique au contact de l'acide sulfurique dilué.

» Quoi qu'il en soit, il est démontré par ces expériences que l'ozone concentré, qu'on produit aisément aujourd'hui avec mes tubes ozoniseurs, est un agent d'oxydation à la fois simple et énergique dont l'emploi peut être utile dans les recherches de Chimie organique.

» Quand on cherche à calculer la quantité réelle d'ozone contenu dans l'oxygène odorant, d'après les produits de l'oxydation de l'alcool, et qu'on compare le résultat avec celui qui est fourni par l'oxydation soit de l'iodure de potassium, soit de l'argent métallique, on arrive à des chiffres qui diffèrent très-notablement entre eux, c'est l'argent qui donne le rendement le plus faible. D'où il faut conclure que, jusqu'à présent, on ne doit encore accepter qu'avec réserve les nombres exprimant cette quantité d'ozone.

» En terminant, je ne saurais trop recommander aux chimistes qui emploieront l'ozone concentré de n'en faire usage qu'avec la plus grande prudence; respiré, même sous un petit volume, il occasionne subitement une inflammation des muqueuses qui peut amener, comme j'en ai été témoin, des crachements de sang. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Dosage de l'urée à l'aide du réactif de Millon et de la pompe à mercure.* Note de **M. N. Gréhant**, présentée par M. Claude Bernard.

« Pour doser l'urée en solution aqueuse, le procédé qui m'a paru le plus sensible et le plus exact consiste à recueillir la totalité des gaz provenant de la décomposition de l'urée par le réactif de Millon.

» A cet effet, j'emploie la pompe à mercure construite par M. Alvergniat, dans laquelle j'ai fait envelopper le robinet de verre d'un manchon de caoutchouc rempli d'eau; cette précaution est nécessaire quand on fait le vide au-dessus des liquides chauffés. L'appareil à réaction se compose d'un simple tube de verre, long de 1 mètre et large de 3 centimètres, qui est d'un côté fermé à la lampe et qui présente de l'autre une partie de forme olivaire, que l'on réunit par un tube de caoutchouc à parois épaisses avec le tube horizontal, ou le tuyau d'aspiration de la pompe à mercure.

» Pour faire le vide dans ce tube, je le remplis d'abord d'eau distillée, puis je l'unis à la pompe et je le maintiens dans une position inclinée au-dessus de l'horizon.

» L'extraction de l'eau se fait beaucoup plus rapidement que l'extraction de l'air; par trois ou quatre mouvements de pompe, on obtient le vide presque complet. On fixe alors un entonnoir de verre sur le tube central qui fait suite au robinet de la pompe, et qui plonge dans la petite cuve à mercure qui surmonte ce robinet; on verse dans l'entonnoir le volume de liquide qui contient l'urée, par exemple 5 centimètres cubes d'urine, prise avec une pipette graduée; le réservoir mobile de la pompe étant supporté à la partie supérieure, on tourne alors le robinet à trois voies, de manière à faire passer dans le tube à réaction le volume donné et l'eau qui sert à laver l'entonnoir. On abaisse alors le tube à réaction dans un bain d'eau chaude, on fait le vide absolu, et les gaz contenus en solution dans le liquide sont chassés. Le tube à réaction est relevé dans la première position au-dessus de l'horizon; on verse dans l'entonnoir du réactif de Millon, obtenu en dissolvant 2 centimètres cubes de mercure dans 100 centimètres cubes d'acide azotique pur; c'est un liquide vert, qui dégage d'abondantes vapeurs d'acide hypoazotique. En ouvrant peu à peu le robinet de la pompe, on fait passer le réactif dans la solution d'urée, qui est aussitôt décomposée; les gaz produits sont recueillis à l'aide de la pompe dans des cloches pleines de mercure, placées successivement dans la petite cuve que supporte le robinet. (Il faut éviter de faire pénétrer du mercure dans le tube à réaction, car ce métal, attaqué par l'acide azotique, fournirait presque indéfiniment du bioxyde d'azote.)

» Les gaz sont analysés sur une cuve à mercure profonde; l'acide carbonique est absorbé par un morceau de potasse; le bioxyde d'azote, qui existe toujours en certaine quantité, est absorbé par une solution de sulfate de protoxyde de fer; l'azote reste.

» Si l'on doit analyser plusieurs cloches de gaz, il est utile de faire passer les gaz privés d'acide carbonique dans des flacons remplis de sulfate de fer (appareil de M. Debray), et, par l'agitation, on absorbera tout le bioxyde d'azote; le gaz azote qui reste est ensuite chassé dans un tube gradué.

» En opérant ainsi sur des solutions d'urée pure, sur de l'urine, sur la solution aqueuse de l'extrait alcoolique du sang, des centaines d'analyses m'ont toujours donné des volumes égaux d'acide carbonique et d'azote.

» On trouve quelquefois un peu plus d'azote que d'acide carbonique; mais on reconnaît facilement que cet excès d'azote provient du réactif; en effet, si l'on fait passer dans le vide absolu 20 centimètres cubes de réactif affaibli de Millon, obtenu en mélangeant un quart du réactif préparé comme

ci-dessus avec trois quarts d'eau distillée, on obtient $1^{cc},7$ d'azote; aussi, tout en dosant séparément l'acide carbonique et l'azote, j'emploie pour les calculs le nombre qui représente l'acide carbonique.

» Voici un exemple d'analyse d'urée, faite par ce procédé :

» On dissout, dans 50 centimètres cubes d'eau distillée, 50 milligrammes d'urée (solution à 1 pour 1000); on fait arriver 20 centimètres cubes de réactif de Millon étendu, qui donnent :

Volume de gaz..................	53^{cc},	
Agitation avec la potasse.........	34	(19^{cc} acide carbonique),
Agitation avec le sulfate de fer.....	21	(21^{cc} azote).

» Or le réactif seul donne $1^{cc},7$ d'azote; il reste donc $19^{cc},3$ pour l'azote, tandis qu'on a recueilli 19 centimètres cubes d'acide carbonique : ces nombres sont presque identiques.

» Le volume d'acide carbonique a été mesuré saturé de vapeur d'eau à 21 degrés, et sous la pression de 768 millimètres; on calcule ce que devient le volume du gaz sec à 0 et à la pression de 760 millimètres, en appliquant la formule connue

$$V_0 = V_t \frac{H - f}{(1 + \alpha t)\, 760}.$$

On trouve pour le volume d'acide carbonique corrigé $17^{cc},55$.

» Un calcul très-simple d'équivalents montre que 1 centimètre cube d'acide carbonique représente $2^{mg},683$ d'urée pure; l'analyse indique donc $2,683 \times 17,55 = 47,1$, ou 47 milligrammes d'urée pure, sur 50 de l'urée employée.

» La créatine n'est pas décomposée par le réactif de Millon; j'ai chauffé dans l'appareil vide 50 milligrammes de créatine pure; dissoute dans 50 centimètres cubes d'eau, pendant plus d'une heure, avec 20 centimètres cubes de réactif affaibli de Millon, et j'ai obtenu 83 centimètres cubes de bioxyde d'azote, pas d'acide carbonique, mais $1^{cc},9$ d'azote, qui provenaient évidemment du réactif.

» Le procédé de dosage de l'urée que je viens d'exposer est très-exact, et je l'ai appliqué à des recherches physiologiques que je poursuis.

» Je dois répondre, en terminant, à une objection qui m'a été adressée récemment par M. Hoppe-Seyler (*Jahresbericht uber die leistungen und fortschritte in der Anatomie und Physiologie von Virchow;* p. 111, Berlin, 1871). La décomposition de l'urée par l'acide azoteux, dit M. Hoppe-Seyler, fournit un volume d'azote double de celui de l'acide carbonique.

» Plusieurs ouvrages de chimie donnent en effet de la réaction de l'acide azoteux sur l'urée la formule suivante

$$C^2H^4Az^2O^2 + 2AzO^3 = 2Co^2 + 4Az + 4HO.$$

» Cette formule représente un volume d'azote double de celui de l'acide carbonique.

» Mais d'autres chimistes, parmi lesquels je puis citer MM. Wœhler, Liebig, Ludwig et Krohmeyer, donnent de la réaction une formule tout à fait différente

$$C^2H^4Az^2O^2 + AzO^3 + AzO^5, HO = 2Co^2 + 2Az + AzH^4O, AzO^5 + HO.$$

» Cette formule représente des volumes égaux d'azote et d'acide carbonique que j'ai toujours obtenus, elle indique aussi la production d'azotate d'ammoniaque qui se démontre de la manière la plus simple par l'addition d'un excès de potasse au liquide qui reste après la réaction; récemment on a même dosé l'ammoniaque, et l'exactitude de cette dernière formule a été démontré d'une manière complète. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'existence de l'Amidon dans la Tortue d'eau douce* (Testudo europæa). Note de **M. C. Dareste.**

« J'ai, dans plusieurs Communications (1), signalé l'existence de grains d'amidon, tout à fait comparables à l'amidon végétal, dans l'œuf de la poule, ainsi que dans plusieurs organes de l'oiseau, tant à l'âge embryonnaire qu'à l'âge adulte. J'ai constaté récemment que des faits analogues se présentent dans la Tortue des eaux douces de l'Europe (*Testudo europæa*).

» J'ai étudié un assez grand nombre de petites tortues de cette espèce, dont la carapace n'avait encore que $0^m,25$ de longueur. Tous ces animaux possédaient encore leur vésicule ombilicale de la grosseur d'un pois. Dans le contenu de ces vésicules ombilicales, j'ai constaté l'existence d'un grand nombre de grains d'amidon, dont les plus gros présentaient les dimensions suivantes : $0^{mm},008$, $0^{mm},011$, $0^{mm},017$, $0^{mm},22$. Ces dimensions sont très-exactement les mêmes que celles que j'avais constatées, l'année dernière, sur les grains de l'amidon du jaune de l'oiseau. Il y avait eu là, pendant le développement de l'œuf, un fait de dissociation des éléments des globules

---

(1) Voir *Comptes rendus;* 1866, t. LXIII, p. 1142; 1868, t. LXVI, p. 1125; 1871, t. LXXII, p. 845; 1872, t. LXXIV, p. 130.

jaunes, tout à fait comparable à celui que j'ai observé dans l'œuf de l'oiseau.

» J'ai trouvé une seconde génération de granules amylacés dans les cellules des parois de ces vésicules ombilicales, granules beaucoup plus petits que ceux qui étaient libres à l'intérieur de la vésicule. C'est encore un fait analogue à celui que j'ai signalé chez les oiseaux.

» Le foie de ces tortues contenait presque toujours un nombre extrêmement considérable de très-petits granules d'amidon. Toutefois, certains de ces granules s'étaient considérablement accrus, et présentaient des dimensions considérables, bien plus grandes que celles que j'ai constatées dans le foie des embryons d'oiseau. Voici plusieurs de ces mesures : $0^{mm},009$, $0^{mm},015$, $0^{mm},021$. On voit que, dans certains cas, ces grains deviennent aussi gros que ceux qui existent dans les globules du jaune, et qui sont mis en liberté par la dissociation des éléments de ces globules. J'ai rencontré également de pareils grains d'amidon dans le foie de tortues beaucoup plus grandes (25 centimètres environ).

» Du reste, la présence de l'amidon dans le foie des tortues n'est pas constante. Je ne puis croire que l'absence de ces grains tienne à leur destruction après la mort; car je les ai constatés sur des tortues dont la mort remontait à deux et trois jours, et dont les tissus étaient déjà fort altérés. Il y a donc des causes physiologiques qui font disparaître l'amidon du foie; ces causes me sont encore inconnues.

» Voici maintenant un fait entièrement nouveau, et sur lequel je dois appeler tout particulièrement l'attention des physiologistes : c'est la présence de l'amidon dans les capsules surrénales. Les granules d'amidon y sont très-nombreux, mais généralement d'une petitesse excessive (de $0^{mm},0015$ à $0^{mm},005$). Toutefois, là aussi, j'ai constaté exceptionnellement des grains beaucoup plus volumineux.

» La présence de l'amidon dans les capsules surrénales pourra sans doute jeter quelque jour sur le rôle physiologique de ces organes énigmatiques. Mais, en attendant le moment où j'aurai complété mes observations sur ce point, je dois faire remarquer que l'existence de l'amidon dans ces organes, ainsi que dans les testicules, où je l'ai signalé au mois de janvier, modifie les idées que nous avons sur la glycogénie, que l'on considérait jusqu'à présent comme localisée dans le foie chez les animaux adultes.

» Toutes les observations que je consigne dans la présente Note ont été faites par l'emploi combiné de deux méthodes : l'observation à l'aide de la lumière polarisée et la coloration par l'iode. Les excellents analyseurs que

je dois à M. Hartnack décèlent les plus petits grains d'amidon, non-seulement lorsqu'ils sont en liberté, mais même lorsqu'ils sont encore enfermés dans des cellules, lorsque les parois de ces cellules sont transparentes ou qu'elles ne renferment pas de substances interceptant le passage de la lumière. La coloration par l'iode est d'un emploi moins satisfaisant, parce que les grains que l'on observe sont souvent en train de se résorber, et qu'alors ils se colorent en rouge au lieu de se colorer en bleu-violet. Toutefois, lorsque les grains n'ont pas encore commencé à se résorber, ils se teignent de la couleur bleu-violet, couleur caractéristique des grains d'amidon traités par l'iode; mais ce phénomène est souvent empêché et retardé par les différentes substances qui accompagnent les grains d'amidon.

» La combinaison de ces deux moyens d'observation ne me laisse aucun doute sur la véritable nature de ces grains et sur leur identité complète avec l'amidon végétal. Nous savions déjà, par les travaux de M. Cl. Bernard, que la matière glycogène des animaux possède les propriétés chimiques de l'amidon végétal; j'ai complété ses recherches en montrant que la matière glycogène des animaux a le même arrangement moléculaire.

» Je termine cette Note en signalant l'existence de grains d'amidon dans l'œuf des poissons osseux. Je l'ai constaté dans les œufs de hareng et de sole; ces grains sont d'une ténuité excessive, et, par suite, leur observation présente d'assez grandes difficultés. Je reviendrai prochainement sur ces faits. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Ovulites*. Note de **M. Wetelet**, présentée par M. Milne Edwards.

« Le genre Ovulites contient comme on sait des fossiles qui ressemblent à de petits œufs qui sont ouverts par les deux bouts, souvent par des cassures irrégulières comme dans l'espèce *O. margaritula;* ces ouvertures sont évidemment le résultat de cassures. Rarement quelques-uns de ces petits corps portent sur leur gros bout deux ouvertures; dans ce cas, il est plus dilaté que dans les autres échantillons; quelques-uns, il paraît, n'ont qu'un seul bout pourvu d'ouverture.

» On a distingué dans ce genre deux espèces du bassin de Paris, et Defrance en admettait une troisième, dont Alc. d'Orbigny a fait le type du genre *Orbulina*.

» Quelques autres auteurs ont rapproché des ovulites l'*Acicularia* de d'Archiac, et le savant Pictet a dit : « les *Acicularia* sont des ovulites pointus par un bout. »

» Une grande incertitude règne sur la place que doivent occuper les ovulites; leur nature n'est pas encore connue; les uns en font des polypes, d'autres des foraminifères, et M. Milne Edwards dit qu'on est incertain sur leur nature; M. Schweigger en fait des articulations de cellaires sans pouvoir étayer son opinion sur une base certaine, et M. Dujardin pense que » les ovulites ne sont autre chose que la pellicule calcaire de certaines » algues calcifères ou corallines antédiluviennes. » On voit que peu de corps ont été plus ballottés que les ovulites et placés dans des classes plus éloignées les unes des autres; on les voit même dans des règnes différents. Nous pensons aujourd'hui pouvoir fixer les incertitudes, et nous rapportons ces petits fossiles à un genre nouveau de bryozoaires.

» Cette fois, ce n'est point une opinion qui nous porte à adopter cette classification, mais la nature même de l'objet. Nous avons en effet rencontré dans nos recherches un échantillon plus complet que ceux de nos devanciers, ce qui nous permet de donner la description suivante :

» *Ovituba Margaritula*, Watelet. — Tige formée intérieurement par la disposition bout à bout de pellicules oviformes, simple et quelquefois dichotomique, dont les articulations communiquent par une ouverture petite, irrégulière et ronde. La partie épidermique, assez épaisse relativement, est formée par sa réunion de petits tubes assez serrés les uns contre les autres, recouvrant toute la surface même sur les articulations; la direction de ces tubes oblique par rapport à la pellicule interne, et ils font une saillie légère sur la partie épidermique; leur ouverture est simple et arrondie.

» Nous pensons que les *Acicularia* que d'Archiac a décrits sont des échantillons complets, et que, par conséquent, ils ne peuvent suivre les ovulites parmi les bryozoaires. Il en est peut-être de même des *O. elongata,* qui jusqu'à nouvelles observations doivent rester parmi les foraminifères.

» Les ovulites n'avaient été signalés jusqu'à présent que dans le calcaire grossier; depuis longtemps nous avions recueilli des échantillons dénudés, que nous avions étiquetés *O. margaritula* dans les sables du Soissonnais, dits de Cuise-Lamotte à Osly et à Cuésy-en-Almont : c'est dans cette dernière localité que nous avons recueilli celui qui porte la partie corticale. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le Crocodile fossile d'Amboulintsatre (Madagascar).* Note de MM. A. GRANDIDIER et L. VAILLANT, présentée par M. Milne Edwards.

» Dans une Note présentée par l'un de nous en 1868 (1) sur quelques animaux fossiles d'Amboulintsatre, se trouvent signalés avec des ossements d'Hippopotame et d'Æpyornis des débris d'un reptile de la famille des Crocodiliens. Les deux premiers animaux ont aujourd'hui complétement disparu de Madagascar, mais des Crocodiles y habitant encore, il n'est pas sans intérêt d'étudier cette espèce pour apprécier les rapports qui peuvent exister entre elle et l'espèce actuellement existante.

» Ce reptile n'est connu que par des os disjoints, mais généralement dans un bon état de conservation, et un certain nombre proviennent de parties assez importantes du squelette pour permettre d'arriver à une connaissance assez complète de cet animal. Il faut citer entre autres six dentaires, dont un droit et un gauche presque complets, deux intermaxillaires, deux maxillaires supérieurs, plusieurs autres os du crâne, parmi lesquels deux mastoïdiens et quelques frontaux principaux, enfin plus de quarante vertèbres appartenant aux différentes régions cervicale, dorso-lombaire et caudale. Quant aux os des membres, ils font presque complétement défaut et ne sont représentés que par trois os des îles avec un débris d'ischion. Il existe en outre un certain nombre d'écailles dermiques. Ces ossements proviennent d'au moins trois individus.

» Il est facile de reconnaître que cet animal était de grande taille et robuste : les os sont développés, épais, à saillies très-accentuées, les dents et les alvéoles sont énormes. C'est sans aucun doute au genre *Crocodilus* qu'on doit le rapporter; la quatrième dent inférieure passait au dehors de la suture intermaxillo-maxillaire; le trou fronto-pariétal, à en juger par la courbure du bord interne du mastoïdien, était largement ouvert; enfin les dents, au nombre de dix-neuf en haut et de quinze à la mâchoire inférieure, donnent bien la formule habituelle dans ce genre. Cependant, quoique les individus soient âgés, les intermaxillaires ne sont pas perforés par les premières dents inférieures, qui étaient reçues dans une excavation peu profonde située assez en arrière de la série des dents pour que celles-ci soient partout contiguës. Le museau devait être court, l'angle symphysaire, en effet, mesure 49 degrés et le présymphysaire 31 degrés, d'après un dentaire inférieur

---

(1) *Comptes rendus,* séance du 14 décembre 1868.

gauche (1); le maxillaire supérieur, dont la largeur au niveau de la dixième dent est égale aux deux cinquièmes de la longueur totale, conduit à la même conclusion. Une première vertèbre caudale très-forte est longue de 56 millimètres.

» Ces détails, que confirme encore l'examen de différentes autres pièces du squelette, montrent suffisamment que ce Crocodile est absolument différent de la seule espèce du genre qu'on trouve maintenant à Madagascar, *Crocodilus Madagascariensis,* Grand., qui, pour la charpente osseuse, se rapproche du *Crocodilus vulgaris*, Cuv., surtout de la variété *suchus,* remarquable par sa gracilité et l'élongation de son museau. Il n'est donc pas douteux que le Crocodile fossile d'Amboulintsatre n'ait disparu comme les animaux qu'il accompagne, sans pouvoir mieux que ceux-ci se plier aux circonstances de milieu qui ont amené l'extinction de la faune.

» L'espèce peut-elle être rapprochée d'un des Crocodiles encore actuellement existant sur un autre point du globe, ou est-elle distincte? Les pièces permettent jusqu'à un certain point de résoudre cette question. On reconnaît par élimination que ce Crocodile à intermaxillaires peu prolongés en arrière, à naseaux atteignant l'ouverture des narines, ne peut guère être rapproché que du *Crocodilus bombifrons*, Gray., des Indes, ou du *Crocodilus niger*, Latr., du Sénégal; mais chez celui-là les premières dents inférieures percent les intermaxillaires, chez le second les cinq dernières dents, d'après M. Owen, sont dans une gouttière simple, sans être séparées par des cloisons osseuses transversales, caractères qui font défaut dans le Crocodilien dont nous nous occupons ici. Ces faits paraissent suffisants pour distinguer cette espèce, à laquelle nous proposons de donner le nom de *Crocodilus robustus*, en ajoutant qu'elle paraît surtout avoir des affinités avec l'espèce du Sénégal. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'éruption du Vésuve en avril* 1872. Extrait d'une Lettre de **M. H. de Saussure** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Genève, le 7 juillet 1872.

» Je fis l'ascension du cône par le sud-ouest. Cette partie de la course n'offre rien de remarquable; les cendres fraîches rendant la marche pénible, je profitai de quelques filets de lave, descendus en ligne droite du

(1) Ces mesures ont été prises en suivant les méthodes dont j'ai donné connaissance à la Société Philomathique dans sa séance du 8 juin 1872.

cratère, qui offraient au pied un appui solide, bien que peu commode, et, par places, presque brûlant, car sur plusieurs points ils dégagent de l'air chaud. A mi-côte, à peu près, on rencontre les traces d'une grande fissure qui a partagé le cône de part en part, mais sans le disloquer sensiblement. Sur la face nord du cône, cette déchirure est très-large et a formé un grand ravin qui descend du cratère jusque dans l'Atrio; mais, sur la face sud ou sud-ouest, elle est très-étroite et se trouve entièrement dissimulée sous les cendres, depuis le sommet jusqu'à mi-côte du cône.

» Le 24 avril, une assez forte éruption de lave s'est fait jour à travers cette fissure, en a brisé les parois et a créé là un petit gouffre, en faisant éclater la couche inclinée du sol, composée d'une lave plus ou moins ancienne, dont quelques blocs ont été projetés aux environs immédiats. La matière en fusion, jaillissant par le fond de cette excavation latérale, a coulé dans la direction de la mer et de Torre del Greco; c'est peut-être cette nappe qui a failli atteindre le bourg de Resina.

» Vous verrez sur le plan (1) la distribution approximative des coulées. Celle du sud-ouest, qui s'est fait jour à travers les flancs de la montagne, est probablement placée un peu trop haut. Elle est sortie du fond d'une rupture très-étroite, qui laisse voir à nu les couches inclinées des anciennes laves, mais qui n'a pas lancé de lapilli. Cette rupture est probablement la contre-partie de la fente du nord qui aboutit à l'Atrio, et la lave qui en est sortie (le 24, suivant M. Palmieri) pourrait appartenir au même flot que celle qui a jailli au fond de l'Atrio le 26. Cependant il faut remarquer que la petite fente (celle du sud-ouest) traverse l'extrémité ouest du grand cratère, lequel était rempli de lave et a débordé, tandis que le cratère du nord n'a pas donné de laves, en sorte que la petite fente pourrait bien être indépendante de la grande, et avoir : 1° rempli le cratère du sud; 2° donné la coulée du sud-ouest à mi-côte, tandis que la grande fente du nord aurait donné issue aux laves de l'Atrio sans leur permettre de s'élever dans le cratère du nord (ce qui ne pourrait s'expliquer que par l'indépendance des deux fissures). Je ne suis pas certain, en effet, que la petite fissure se continue bien avec la grande du nord.

» Je reçois à l'instant les *Comptes rendus* du 27 mai, où MM. de Verneuil et Guiscardi parlent du Vésuve. Il faut que, depuis la visite de M. Guiscardi, la pluie ait bien lavé les cendres de l'Atrio, car j'ai trouvé la colline

(1) Ce plan de l'éruption, dessiné approximativement par M. H. de Saussure, a été mis sous les yeux des Membres de l'Académie.

allongée, composée de lave (du 26 avril) et de blocs de lave pâle arrachés à des couches plus profondes, enchâssés dans la matière de la dernière éruption. Le 19, les laves étaient refroidies jusqu'au fond des crevasses, et la chaleur ne se remarquait que dans les fumerolles. La surface, échauffée par le soleil, paraissait brûlante; mais la face inférieure des blocs était moins chaude, ce qui montre que leur extrême échauffement était le fait de l'exposition au soleil.

» Les laves de l'éruption d'avril sont très-augitiques, tandis que celles de 1855-1858 m'ont paru être très-leucitiques. De là vient peut-être le plus rapide refroidissement de celles de 1872. C'est sans doute à ce rapide refroidissement que tient la forme très-scoriée de la surface des laves, qui est entièrement décomposée en blocs séparés et libres, au moins dans la partie inférieure des coulées, et partout très-divisée, d'un parcours presque impossible par places. Les laves de 1858 sont, au contraire, moutonnées; elles se sont prises en masses à surface continue, et ont une apparence presque vitrifiée; les cassures sont souvent irisées comme dans les *pechsteins;* elles ont quelque chose d'obsidienneux par places. Les cassures sont criblées de leucites et manquent quelquefois presque entièrement de cristaux d'augite.

» J'ai rapporté des cendres, dont je puis vous envoyer une certaine quantité si elles vous intéressent. Je n'y vois que de la lave pulvérisée, des bombes microscopiques.

» Il me semble hors de doute que la déchirure du nord existait déjà en 1855 et qu'elle n'a fait que s'élargir dans la dernière éruption, puisque l'axe d'éruption est évidemment le même en 1872 et en 1855.

» En ce qui concerne les fumerolles, je n'ai rien à ajouter à ce que vous trouverez dans le journal que je vous adresse. Le peroxyde de fer jouait partout un certain rôle et incrustait les scories en plusieurs endroits. Je crois bien que le chlorure de plomb était mêlé au chlorure de fer, au moins dans les fumerolles de la fente du cratère, que je n'ai pu aborder que très-imparfaitement, vu la chaleur qui s'en échappait. M. Palmieri, sur mon avis, s'est muni de tringles de fer pour en extraire des échantillons, et pourra donner sur ces fumerolles des détails plus complets. Mais la pâte blanchâtre qui, dans plusieurs fumerolles des laves, était mêlée à la pâte jaune, pourrait bien être un composé de plomb. C'est aux chimistes de Naples d'étudier les efflorescences dans leurs laboratoires.

» La coulée qui aboutit près de Resina vient ou des laves de l'Atrio, ou du foyer situé à mi-côte au sud-ouest, et que j'ai marqué en rouge (un peu

trop haut et un peu trop à l'est, ayant voulu faire une correction qui a dépassé le but).

» En résumé, les effets généraux de l'éruption d'avril 1872 ont été les suivants :

» 1° La montagne du Vésuve a été partagée par une fente courant à peu près du nord au sud-sud-ouest;

» 2° La lave, s'élevant dans cette fente, a jailli par les deux côtés au nord tout au pied du cône, au sud, à mi-côte, en beaucoup moindre abondance;

» 3° Le sommet de la montagne a été abaissé et émoussé. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville ajoute à cette Communication les remarques suivantes :

« L'intéressante Lettre de M. de Saussure vient ajouter quelques faits à ce que nous avaient appris, sur l'éruption d'avril 1872, les Notes de MM. Palmieri et Guiscardi et la Communication de notre confrère, M. de Verneuil; car elle affirme l'ouverture d'une fissure sur le flanc sud-ouest du cône, qui atteint et entame le cratère supérieur, et semble avoir donné la lave qui s'est épanchée vers Torre del Greco ou vers Resina. Elle identifie aussi la fissure supérieure de 1872 avec celle de 1855.

» Le peu de temps que le savant naturaliste genevois a pu consacrer au Vésuve ne lui a pas permis de constater si la fissure du sud-ouest est, ou non, la continuation de celle du nord, ni de fixer la direction exacte et l'étendue de la lave qui s'est épanchée vers le sud-ouest; mais le fait de cette lave, qui vient expliquer les deux belles photographies envoyées par M. Tell-Meuricoffre, est acquis, et nous pouvons espérer que nos savants correspondants de Naples nous communiqueront avant peu quelques détails sur cette coulée, dont la coexistence avec celle du flanc nord donne à l'éruption d'avril 1872 une importance toute particulière. »

GÉOLOGIE. — *État du Vésuve et des dégagements gazeux des champs Phlégréens, au mois de juin* 1869. Note de **M. Gorceix**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« L'ancien cratère du Vésuve a fait place à un cône adventif, qui en a presque complétement fait disparaître les bords, dont on n'apercevait plus que des traces du côté de Pompeï. Les bords du cratère, brisés et déchiquetés, étaient recouverts d'un dépôt jaune ou rouge, dû surtout à du soufre sublimé. Les bouches d'éruptions fermées ne laissaient plus échap-

per que des vapeurs aqueuses, rougissant fortement le papier de tournesol, et renfermant un peu d'acide carbonique.

» Les cônes secondaires qui s'étaient formés à la base des quatre fentes avaient complétement disparu; les fentes elles-mêmes n'étaient plus représentées que par de petites fissures, existant encore à la partie supérieure, d'où s'échappaient des vapeurs d'acides chlorhydrique et sulfureux, et où le thermomètre montait à 225 degrés. La lave donnait encore quelques fumerolles riches en acide chlorhydrique et acide sulfureux. Si donc, à cette époque, la partie centrale avait perdu presque toute son activité, les fissures latérales étaient encore à une période d'intensité volcanique assez élevée.

» Dans les Champs phlégréens, j'ai pu recueillir la plupart des gaz étudiés en 1865 par M. Fouqué; à Chiatamone, des travaux de terrassement avaient fait disparaître les points où le gaz avait été pris antérieurement.

	Grande Solfatare. Juillet 1867. T = 115°.	Chiatamone. T = 27°,2.	Castellammare. Acqua ferrata del Pozillo. T = 27°.	Castellammare. Acq. ferrata e solforea. T = 26°.	Castellammare. Acq. media? T = 25°.	Telese. Établissement des bains. T = 24°.
A. sulfhydrique..	7	»	»	3,1	traces.	5,1
A. carbonique....	88,8	82,1	29,1	44,4	70,8	90,4
Oxygène........	0,7	1,7	0,7	0,2	0,6	0,5
Azote..........	4,5	16,2	70,2	52,2	29,6	4
	100,0	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0

» Aux stufe de San Germano, le plan donné par M. Deville dans sa lettre du 5 mars 1862 (1) m'a permis de retrouver les centres d'émanation étudiés auparavant.

» Les lettres désignent les mêmes orifices que sur le plan :

	CO^2.	
A....................	83 p. 100	
B....................	86 »	T = 96°
C....................	41,4 »	
D....................	31,7 »	T = 85°
E....................	89,5 »	
(2)..................	61 »	

» Les variations de composition du gaz sont continuelles, et deux analyses consécutives ne m'ont presque jamais donné le même chiffre.

(1) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 531.

(2) Chambre non désignée sur le plan, et dont la température est plus élevée que dans les autres.

» Au lac d'Agnano, à la grotte du Chien, les gaz qui se dégagent sont formés d'acide carbonique pur; dans la grotte d'*Ammoniaque*, je n'ai pu retrouver le dégagement d'hydrogène sulfuré, signalé en 1862.

	Torre del Greco. Gaz recueilli sur la coulée de 1694.	Grotta di Zolfo, à l'extérieur de la grotte. T = 27°.	Grotta di Zolfo, à l'intérieur de la grotte.	Analyse complète des gaz précédents.
A. sulfhydrique....	»	5,0	5,7	92,3
A. carbonique.....	90,2	87,7	87,8	
Oxygène..........	0,8	0,8	0,7	0,5
Azote............	6,2	6,5	5,7	2,7
Hyd. protocarboné..	2,8			4,3
	100,0	100,0	99,9	99,8

» Dans le gaz qui s'échappe à la grotte de Soufre, l'hydrogène protocarboné m'a semblé mélangé d'une petite quantité d'hydrogène. En comparant la composition de ces gaz à celle des gaz recueillis aux mêmes points en 1865, on constate une recrudescence dans l'activité volcanique des centres volcaniques des Champs phlégréens et un retour vers l'état où ils se trouvaient en 1862.

» A la grande Solfatare, le dégagement s'effectuait avec un bruit assez fort pour être entendu à 300 ou 400 mètres; à la grotte du Soufre, l'hydrogène sulfuré, disparu en 1865, est de nouveau en proportions notables; à Castellammare, ce même gaz a reparu, et les proportions d'acide carbonique ont augmenté; l'hydrogène libre semble même, comme en 1861, exister dans les émanations de la grotte du Soufre, tandis que le gaz oléfiant fait défaut. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Des courants magnétiques et des explosions solaires qui ont accompagné l'aurore boréale du 7 juillet.* Note de **M. H. Tarry.**

« La question de savoir si les aurores magnétiques sont dues à des causes atmosphériques ou cosmiques est encore en discussion. Celle du 7 juillet, qui ne paraît avoir été accompagnée d'aucune circonstance météorologique extraordinaire, les fortes pressions barométriques ayant au contraire dominé sur l'Europe du 2 au 12 juillet, a donné lieu à d'intéressantes observations faites dans les fils télégraphiques, à Brest, et sur le Soleil, à Rome. Elles sont de nature à faire avancer la question et je demande la permission de les résumer ici.

» 1° *Phénomènes lumineux.* — Le 7 juillet, une belle aurore a été observée à Brest par M. Sureau, qui, depuis 5 heures du soir, était prévenu

de son apparition par de forts courants magnétiques, dans les fils électriques de son bureau.

» Pendant la première partie de la nuit, le temps était couvert; l'horizon nord présentait, à travers les nuages, des bandes jaunâtres dont la cause était certainement due à une incandescence boréale. M. de Kermarec, directeur de l'Observatoire de la Marine, à Brest, qui avait été prévenu par M. Sureau, à $5^h 20^m$ du soir, qu'une aurore serait visible dans la nuit, put constater l'existence de cette lumière.

» Ce n'est qu'à $10^h 55^m$ du soir que la disparition complète du crépuscule permit de bien observer la lumière aurorale blanche, qui s'étendait sur un arc d'environ 120 degrés à l'horizon, ayant son centre et sa plus grande altitude au nord magnétique. A $10^h 58^m$, des bandes, diffuses d'abord, puis plus distinctes, s'élancent jusque sur le Bouvier ; elles forment faisceau et n'ont qu'une légère inclinaison à leur base, dans la direction du nord.

» Elles augmentent rapidement en nombre et en intensité et passent du blanc au rouge d'incendie, claires à la base, presque sombres au sommet où elles forment panache. Le même phénomène se produit, quelques secondes après, des Gémeaux à Orion, moins toutefois la coloration des bandes; elles sont très-nombreuses et se juxtaposent.

» A $11^h 10^m$, l'horizon nord présente véritablement un aspect saisissant. Quelques rayons blancs isolés s'ajoutent aux deux foyers principaux, en même temps que le centre reste d'un blanc vif et verdâtre; ces derniers rayons s'élancent en fusée jusqu'à la Grande Ourse. Le foyer Ouest est alors plus teinté de rouge et le foyer Est légèrement rose. La lumière blanche disparaît ensuite presque en même temps que les rayons, et, à $11^h 35^m$, elle se confond avec les lointains du crépuscule.

» 2° *Phénomènes magnétiques.* — Des perturbations magnétiques très-prononcées ont été observées sur les fils du bureau télégraphique de Brest, par M. Sureau. Elles se sont manifestées soudainement à $5^h 2^m$ du soir, par des émissions positives énergiques et une forte adhérence des armatures dans tous les appareils.

» Comme dans tous les cas analogues qui se sont présentés précédemment, l'intensité des courants terrestres était d'autant plus forte que les lignes étaient plus longues, et celles dirigées de l'ouest à l'est étaient les plus affectées; ces caractères sont, ainsi que M. Sureau l'a maintes fois remarqué, ceux qui annoncent, à Brest, les belles aurores polaires, lorsque les déviations du galvanomètre dépassent 15 degrés et que de plus elles se produisent à l'approche de la nuit.

» Voici, pour cette première période très-caractéristique, les déviations marquées par l'aiguille du galvanomètre à 12 tours dont la graduation ne va que jusqu'à 60 degrés, dans un sens ou dans l'autre, à partir du zéro :

A $5^h.2^m$, $+18^o$; à $5^h.15^m$, $+40^o$; à $5^h.23^m$, $+28^o$.
A 5. 5, +25; à 5.20, +30; à 5.25, +25.
A 5.10, +40; à 5.22, +25; à 5.28, + 0.

» Le maximum + 40 degrés s'est maintenu fixe pendant cinq minutes. Il équivalait à l'intensité moyenne d'une pile de 50 éléments Callaud sur même conducteur. Ainsi qu'on l'a fait remarquer à l'Académie, à l'occasion de l'aurore du 10 avril (1), une perturbation de ce genre est le précurseur des aurores, qui paraissent toujours s'annoncer par une ou plusieurs décharges magnétiques de cette nature.

» De 5^h30^m à 11^h45^m du soir, soixante-cinq observations ont été faites sur l'intensité des courants accusés par l'aiguille du galvanomètre dans le fil n° 273, qui relie Brest à Paris ; j'en extrais seulement les principales :

Déviation négative maxima.		Retour au zéro.	Déviation négative minima.	
$5^h.32^m$..........	-12°	$5^h.33^m$	$5^h.34^m$..........	$+30^o$
5.40..........	—20	5.41		
5.55..........	—20		6.57..........	+27
7.02..........	—16	7.06	7.20..........	+28
		7.47	7.50..........	+18
8.08..........	—22	7.55		
8.55..........	—15			
10.00..........	—20	10.45	10.50..........	+10
10.51..........	—10	10.52		
11.00..........	—20	11.45		

» De 5^h41^m à 6^h10^m, il y a eu plusieurs ondes, toutes négatives, l'aiguille revenant à zéro à 5^h45^m, 5^h50^m, 5^h55^m, 6 heures régulièrement. De même, de 6^h10^m à 7^h01^m, il y a eu plusieurs ondes positives, l'aiguille revenant au zéro à 6^h15^m, 6^h17^m, 6^h25^m, 6^h37^m. L'onde la plus remarquable de cette période a eu lieu de 6^h57^m à 7^h2^m, laquelle passait par zéro à 7^h1^m.

» De 7^h55^m à 10^h45^m, courants constamment négatifs, mais sans retour au zéro.

» De 11 heures à 11^h12^m, l'aiguille reste immobile à — 20 degrés : c'est le

(1) *Comptes rendus*, séance du 16 avril, t. LXXIV, p. 1066.

contact le plus prolongé; il y a un maximum très-prononcé dans les courants terrestres en même temps que l'aurore est dans tout son éclat. De $11^h 12^m$ à $11^h 24^m$, l'intensité diminue graduellement de $+20$ à $+10$ degrés. Enfin, à $11^h 45^m$, les phénomènes lumineux et magnétiques cessent en même temps.

» Le 8 juillet, des perturbations magnétiques assez fortes se font sentir toute la journée, jusqu'à $8^h 50^m$ du soir. Le temps étant resté couvert, on n'a pu observer le ciel.

» Le point sur lequel il y a lieu d'insister, c'est la parfaite *simultanéité* des intensités lumineuses et magnétiques, fait que M. Sureau a déjà constaté de la manière la plus nette lors de l'aurore du 3 juin, où les maxima se sont également produits en même temps, et où les deux phénomènes ont aussi cessé ensemble. Seulement les courants terrestres se sont fait sentir alors que les apparences lumineuses ne sont pas encore visibles, et c'est en ce sens qu'on doit entendre que les uns peuvent servir d'avant-coureurs aux autres.

» 3° *Phénomènes solaires.* — M. Le Verrier a exprimé l'opinion que ce magnétisme n'était sans doute pas *de même nature* que le magnétisme ordinaire. La théorie que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie, dans la séance du 19 février (1), en place l'origine dans les explosions ou grands bouleversements qui se produisent à la surface du Soleil.

» Cette opinion est, je le reconnais, fort difficile à contrôler; mais d'excellentes observations du P. Secchi viennent de lui donner un plus grand caractère de probabilité. Je me bornerai sur ce point à de très-courts détails, pour ne pas faire double emploi avec la Communication que ce savant adressera à l'Académie.

» Je me bornerai à dire ici que, le 7 juillet, indépendamment des grandes taches solaires qu'il observait depuis plusieurs jours, même à l'œil nu (l'une d'elles avait 2′ 24″ de diamètre), il a assisté, à $3^h 30^m$ du soir, à une violente explosion solaire, qu'il a vue pour ainsi dire se produire sous ses yeux; car, à $2^h 40^m$, il n'y avait au même endroit qu'un petit jet lumineux. Les mouvements intérieurs des vapeurs incandescentes, parmi lesquelles on remarquait l'hydrogène et la matière inconnue qu'on n'a encore vue que dans le Soleil, étaient si intenses, qu'on voyait les nuages lumineux changer de forme à vue d'œil, et qu'à $4^h 15^m$ leur hauteur était dix fois plus grande que le diamètre terrestre.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 549-553.

» Ce spectacle, qui dura deux heures dans tout son éclat, était admirable. A 7 heures du soir, l'apparition était redevenue la même qu'au commencement. Enfin, le lendemain 8, une autre éruption a encore été vue par le même observateur, à peu de distance de celle de la veille; une aurore a été aperçue le même jour à Madrid. Enfin de violentes perturbations magnétiques ont été observées les 7 et 8 juillet à Rome et dans d'autres observatoires.

» Le lien mystérieux qui réunit ces trois sortes de phénomènes parviendra-t-il à se révéler à nous d'une manière assez nette pour que la théorie que je viens de rappeler prenne définitivement rang dans la science?

» Il faut encore, je le reconnais, de nombreuses observations; mais, grâce aux travaux de la Société des spectroscopistes italiens, qui ont fort heureusement mis dans leur programme la recherche de ces relations, on peut espérer que la coïncidence des explosions solaires avec les aurores magnétiques passera moins souvent inaperçue. »

« **M. Ch. Sainte-Claire Deville**, à la suite de la Communication de M. Tarry, fait observer que l'*orage* proprement dit, qu'on peut considérer, dans nos climats, comme la manifestation *estivale* de l'électricité atmosphérique, l'aurore boréale en étant la manifestation *hivernale*, n'a pas fait défaut non plus le 7 juillet dernier, jour qui a présenté, dans nos régions, le maximum de température observé cette année (1). »

M. Tissot écrit à M. Le Verrier que le 7 juillet, se trouvant à Anvers, il a observé une aurore polaire.

« Il était $11^h 10^m$. A ce moment, on ne remarquait pas de coloration; l'aurore était composée de quelques rayons blancs, ayant la forme de lentilles allongées, et qui semblaient s'éteindre de temps à autre; l'un d'eux enveloppait α de la Grande Ourse. Avant minuit, le tout avait disparu. »

---

(1) Le dimanche 7 juillet, entre 4 et 5 heures de l'après-midi, une averse de pluie de courte durée est tombée à Paris, dans le faubourg Saint-Germain. Les jours précédents, il n'avait pas plu. Depuis lors, il a plu à Paris tous les jours en plus ou moins grande abondance. (É. D. B.)

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un phénomène optique observé à la Grande-Chartreuse, à propos d'une Communication récente de M.* Tissandier. Note de **M. J. Gay**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« La description du phénomène observé en ballon par M. Tissandier (*Comptes rendus*, t. XXV, p. 38) me rappelle un fait identique observé par moi, il y a quatre ans.

» Le 3 septembre 1868, vers 5 heures du soir, je me trouvais, avec plusieurs personnes, sur l'étroite plate-forme qui termine le Grand-Som (2033 mètres d'altitude), et dont les parois se dressent à pic au-dessus de la Grande-Chartreuse. Des nuages nous enveloppaient à chaque instant; le Soleil, près de se coucher, projeta notre ombre et celle de la croix plantée sur le sommet, un peu agrandies et entourées d'un cercle irisé. Nous pouvions voir distinctement nos mouvements reproduits par l'ombre; elle paraissait être à une centaine de pas et un peu au-dessous de nous : un cercle présentant toutes les couleurs du spectre, le violet à l'intérieur, le rouge au dehors, l'entourait complétement.

» Ce phénomène me semble analogue à celui qui est connu sous le nom de *spectre du Brocken*. Au reste, pas plus que M. Tissandier, je n'ai observé d'arc-en-ciel blanc ou *cercle d'Ulloa* au delà du cercle irisé qui formait le cadre du tableau. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans a séance du 8 juillet 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Observations sur les critiques dont le calorimètre à mercure a été l'objet; par M. P.-A. FAVRE. Paris, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique.*)

Observatoire de Paris. Rapport présenté à la Commission d'inspection par le Directeur de l'Observatoire le 31 *mai* 1872. Paris, 1872; in-4°.

Annales de la Société des Sciences naturelles de Lyon, n° 2. Lyon, 1872; in-8°.

Projet de création d'un hôpital sur l'eau; par M. le Dr F. ROCHARD. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Notice biographique sur le Dr Auguste Larrey; par le Dr N. JOLY. Toulouse, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*) [Présenté par M. le Baron Larrey.]

Association fraternelle des membres de la Légion d'honneur du département de la Gironde. Bordeaux, 1872; br. in-8°.

Conférences du Musée royal de l'Industrie. La machine de Ruhmkorff et ses effets; par P. DESGUIN. Bruxelles et Paris, 1872; br. in-12.

Tables pour le calcul des hélices et des résistances de carène, dressées par M. Ch. ANTOINE. Brest, 1872; in-folio autographié.

Mémoire sur les horloges électriques; par M. C.-F. MILDÉ. Paris, 1872; in-4°.

Henri Regnault, 1843-1871; *par* H. BAILLIÈRE. Paris, 1872; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Rapprochement entre les silex taillés et les ossements fossiles de Précy-sur-Oise et de Saint-Acheul; par le Dr E. ROBERT. Paris, 1872; opuscule in-8°. (Extrait du journal *les Mondes.*)

Chimie organique. Paragénie. De la formation et de la constitution des produits organiques; par GILBERT. Paris, 1870-1872; opuscule in-4°.

Rcherches sur les fontanelles anomales du crâne humain; par le Dr E.-T. HAMY. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin.)

Coup d'œil sur l'anthropologie du Cambodge; par le Dr E.-T. HAMY. Paris, sans date; br. in-8°.

De l'épine nasale antérieure dans l'ordre des primates; par le Dr E.-T. HAMY. Paris, sans date; br. in-8°.

Note sur les ossements humains trouvés dans le pliocène inférieur de Savone; par le Dr E.-T. HAMY. Bruxelles, 1870; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Dell' apofisi coronoïde del massillare inferiore nei vecchi; del D^re HAMY. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Navigazione atmosferica con un aerostato-battello-vapore; Memoria di LANZILLO-VINCENZO. Torino, 1872; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 16 juillet 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Lithologie du fond des mers; par M. DELESSE. Paris, sans date; 2 vol. in-8°, texte et tableaux, avec atlas in-folio.

Traité de Paléontologie végétale, ou la flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel; par W.-Ph. SCHIMPER. T. II; 2e partie, p. 521 à 968. Paris, 1870-1872; in-8°, avec atlas in-4°. Planches LXXVI à XC. (Présenté par M. Brongniart.)

Traité pratique d'ophthalmoscopie et d'optométrie; par M. PERRIN; 2e partie. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Quelques observations chirurgicales; par M. C.-B. BRIGHAM. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Du rôle que jouent les boissons alcooliques dans l'augmentation du nombre des cas de folie et de suicide; par M. le Dr L. LUNIER; 2e Mémoire. Paris, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Association française contre l'abus du tabac et des boissons alcooliques; 4e année, n° 2, 1872. Paris, 1872; in-8°.

Notes anthropologiques sur les huttiers de la Sèvre; par le Dr F. LAGARDELLE. Moulins, 1872; br. in-8°.

Les fumades et leurs environs. Rapport lu à la Société scientifique et littéraire d'Alais, dans sa séance du 20 janvier 1872; *par* G. CHARVET. Alais, 1872; br. in-8°.

De l'action de l'acide sulfurique sur le vin; par M. L. DE MARTIN. Montpellier, sans date; opuscule in-8°.

Sur les mammifères dont les ossements accompagnent les dépôts de chaux phosphatée des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot. Paris, 1872; opuscule in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Considérations sur le service télégraphique et sur la fusion des Administrations des Postes et des Télégraphes; par M. E. BLAVIER. Nancy, 1872; in-8°.

Notes sur des plantes méridionales observées aux environs de Paris (Florula obsidionalis); *par* MM. E. GAUDEFROY et E. MOUILLEFARINE. Paris, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société Botanique.*)

Cultures expérimentales. Une nouvelle et excellente plante fourragère à cultiver; par M. P. VIDAL. Foix, sans date; br. in-8°.

Observations du Commandeur Ange SISMONDA, *à l'article de* M. G. DE MORTILLET. Turin, 1872; br. in-8°.

Société royale danoise des Sciences de Copenhague. Questions mises au concours pour l'année 1872. Copenhague, 1872; 4 pages in-8°.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of London for the year 1871; part. II, III. London, 1872; 2 vol. in-8°.

Transactions of the Zoological Society of London; vol. VII, part. 7, 8; vol. VIII, part. 1. London, 1871-1872; 3 br. in-4°.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les masses des planètes et la parallaxe du Soleil;* *par* **M. Le Verrier.**

« Les astronomes portent un grand intérêt à l'exacte détermination de l'angle π de la parallaxe solaire; c'est l'angle maximum sous lequel un observateur, supposé placé au centre du Soleil, verrait le rayon du globe terrestre.

» La parallaxe solaire étant connue en secondes sexagésimales, il suffit de chercher combien de fois elle est contenue dans le nombre 206265 pour en conclure la distance du Soleil à la Terre, rapportée au rayon du globe terrestre, pris pour unité.

» Laplace, avec les astronomes français de son époque, a adopté dans la *Mécanique céleste* la parallaxe 8″,813, déduite des passages de Vénus observés en 1761 et en 1769. On en conclut la distance 23405 à la Terre.

» Ultérieurement Encke, ayant repris la discussion de ces mêmes passages de Vénus sur le Soleil, estima que la parallaxe serait seulement de 8″,578, et que la distance du Soleil à la Terre devrait être portée à 24046 rayons du globe terrestre.

» On a reconnu que ce changement apporté par l'astronome de Berlin au nombre de Laplace n'est pas heureux, et qu'il eût plutôt fallu ajouter quelques centièmes de seconde à la valeur 8″,813 attribuée à la parallaxe solaire dans la Mécanique céleste.

» Que la distance du Soleil à la Terre soit plus ou moins grande d'une petite fraction de sa valeur, le fait n'est pas en soi de nature à offrir un grand intérêt à notre esprit. Mais la connaissance de la parallaxe solaire est utile dans plusieurs calculs astronomiques : elle permet notamment de déterminer la valeur de la masse de la Terre et de tenir compte de son action dans le monde, en l'introduisant dans les calculs de la Mécanique céleste.

» Newton a donné pour cet usage une méthode qui, d'après la Mécanique céleste, revient à l'emploi de la formule

$$m = 4,4320 \left(\frac{\pi}{1000}\right)^3,$$

m étant la valeur de la masse de la Terre rapportée à la masse du Soleil prise pour unité.

» En admettant la valeur 8″,813 pour la parallaxe π, on trouve que le rapport de la masse de la Terre à celle du Soleil est $\frac{1}{329630}$. La réduction de $(\frac{1}{38})$, proposée par Encke pour la valeur de la parallaxe, conduirait à attribuer à la Terre une masse moindre de $(\frac{1}{13})$ que celle que nous venons de rapporter.

» On peut aussi résoudre la formule précédente par rapport à π, ce qui donne

$$\pi = 608,79 \sqrt[3]{m}.$$

Par où l'on voit que si l'on pouvait déterminer directement la valeur de la masse m de la Terre, on en conclurait la valeur de la parallaxe du Soleil.

» Lorsqu'on commence par la détermination de la parallaxe, l'erreur relative qu'on y peut commettre devient triple dans la déduction de la valeur de la masse de la Terre.

» Si c'est au contraire la Terre par la détermination de la masse de laquelle on commence, l'erreur relative qu'on y peut commettre devient trois fois plus petite dans la déduction de la parallaxe. $\frac{1}{300}$ d'erreur dans la valeur admise pour la masse de la Terre correspond à $\frac{1}{900}$ d'erreur dans la valeur qu'on en conclut pour la parallaxe, c'est-à-dire à 0″,01 à très-peu près.

» L'action de la Terre produit dans les mouvements de Vénus et de

Mars des inégalités sensibles. Si l'on en détermine l'amplitude par les observations, on en pourra conclure directement la masse de notre planète. Il convient d'examiner à quel degré d'exactitude on pourra parvenir par cette voie.

» On peut faire concourir à la précision du résultat la considération des inégalités périodiques et celle des inégalités séculaires.

» Les éléments des orbites de Vénus et de Mars éprouvent des variations dites séculaires qui grandissent d'année en année, de siècle en siècle, finissent par acquérir des valeurs considérables, et sont par cela même très-propres à résoudre la question qui nous occupe. On peut même dire *à priori*, que leur considération offre une méthode qui, *avec le temps*, doit égaler en précision ce qu'on peut attendre de la mesure directe de la parallaxe solaire et ultérieurement la surpasser. Il faut voir si cette époque ne serait point arrivée.

» Lors des célèbres passages de Vénus sur le Soleil, en 1751 et 1769, Bradley avait, depuis dix ans, commencé la série des observations méridiennes que Maskelyne, Pond, Airy ont continuée depuis lors sans interruption. En établissant, à Greenwich, l'instrument inventé cinquante ans auparavant par Rœmer, Bradley a assuré à l'Angleterre la possession d'une des bases extrêmes de l'Astronomie de précision. C'est ce qu'on eût pu faire pour la France dès le commencement du XVIII[e] siècle.

» Les travaux de Bradley permettaient de déterminer avec exactitude les éléments des orbites de Vénus et de Mars pour l'époque de 1755. Mais on ne possédait rien autre chose de précis en fait d'observations, et il fallait laisser passer de longues années avant de pouvoir constater et mesurer les variations elles-mêmes des éléments des orbites. Cent vingt et un ans se sont écoulés depuis les observations de Bradley.

» Les variations des excentricités, des périhélies, des inclinaisons et des nœuds de Vénus et de Mars seront toutes mises utilement à contribution. Arrêtons-nous à la plus importante, celle du périhélie de Mars. La planète est susceptible d'être observée avec une grande précision dans ses oppositions; et, de plus, nous possédons une triple détermination concordante faite le 1[er] octobre 1672 par Picard, Rœmer et Richer, ce qui porte à deux siècles la période dont nous disposons.

» L'action de la Terre change de 50″ en un siècle la position héliocentrique de Mars, périhélie.

» Lorsqu'au même moment Mars est en opposition, cet écart est vu de la Terre sous un angle de 185″.

» La variation en deux siècles, et pour la position de la planète Mars le 1[er] octobre 1672, est, vue de la Terre, de $294''$ en longitude.

» La discussion des grandes séries des observations méridiennes conduit à estimer qu'on peut généralement en déduire, à une seconde près, la valeur des écarts géocentriques résultant de la considération de l'ensemble des observations. Nous pouvons donc penser que l'époque est arrivée où la détermination directe de la masse de la Terre peut être obtenue par l'emploi des variations séculaires des éléments des orbites des planètes avec une précision tout au moins égale à celle que comporte l'observation directe de la parallaxe du Soleil.

» Soient :

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{lll} m &= 0{,}000\,000\,333(1+\nu) & \text{Mercure,}\\ m' &= 0{,}000\,002\,489(1+\nu') & \text{Vénus,}\\ m'' &= 0{,}000\,002\,817(1+\nu'') & \text{La Terre,}\\ m''' &= 0{,}000\,000\,373(1+\nu''') & \text{Mars,}\\ m^{\text{IV}} &= 0{,}000\,952\,381(1+\nu^{\text{IV}}) & \text{Jupiter,}\end{array}\right.$$

les masses réelles de Mercure, Vénus, la Terre, Mars et Jupiter; les coefficients numériques représentant les valeurs des masses qui, dans les *Annales*, ont servi de point de départ, et ν, ν', ν'', ν''', ν^{IV} étant des indéterminées dont on doit disposer pour satisfaire aux observations.

» La masse de Mercure résulte des perturbations qu'elle fait subir au mouvement de Vénus. La discussion des observations faites à Greenwich, de 1751 à 1761 et de 1766 à 1830, fournit la condition

$$(2)\qquad 18'',2\nu + 30'',1\nu' + 35'',35\nu'' + 3'',55 = 0.$$

» Vénus change la position du plan de l'écliptique. Pour satisfaire au mouvement observé, il faut poser

$$(3)\qquad +0'',53\nu + 28'',88\nu' + 0'',83\nu'' + 1'',72 = 0.$$

» La masse de Mars résulte de la discussion des observations méridiennes du Soleil. Elle fournit

$$(4)\qquad \nu''' - 0{,}016\nu + 0{,}484\nu' + 0'',071 = 0.$$

» Les observations du quatrième satellite de Jupiter et les perturba-

tions du système des petites planètes conduisent à admettre

$$(5)\qquad \nu^{\text{IV}} = +\,0{,}0012.$$

» La masse de la Terre figure utilement pour sa détermination dans trois relations.

» La première (A) de ces rotations résulte des latitudes de Vénus aux instants des passages, en 1761 et 1769. Elle est indépendante de l'incertitude du diamètre apparent du Soleil et jouit d'une extrême précision

$$(\text{A})\qquad -\,0''53\nu + 24''6\nu' + 32''8\nu'' - 1''86 = 0.$$

» La seconde (B) est formée par la discussion des observations méridiennes de Vénus dans un intervalle de cent six ans

$$(\text{B})\qquad -\,0{,}76\nu + 24{,}6\nu' + 32'',9\nu'' - 2'',00 = 0.$$

Elle revient, à très-peu près, à la première (A), ce qui témoigne de l'exactitude des observations et de celle de leur discussion.

» Enfin la troisième (C) sera déduite de l'observation du 1er octobre 1672. Richer à Cayenne, Picard près Beaufort, et Rœmer à Paris, ont comparé Mars à l'étoile ψ du Verseau, qui fut occultée par la planète. Leurs comparaisons individuelles ne diffèrent respectivement que des minimes quantités 0'',5, 0'',8 et 0'',3. D'une autre part, Bradley nous a laissé trente-deux observations méridiennes des trois étoiles ψ, ψ_1 et ψ_2; nous les avons discutées avec grand soin, et, de ce côté encore, il y a toute garantie d'exactitude

$$(\text{C})\qquad 225{,}3\nu'' + 29{,}5\nu' + 1398\nu^{\text{IV}} - 21'',86 = 0.$$

» Si, à l'aide des conditions (2), (3), (4) et (5), nous éliminons les indéterminées ν, ν' ν'', ν^{IV}, nous en concluons ensuite, par chacune des conditions (A), (B), (C), considérées individuellement, les valeurs suivantes pour le rapport $1 + \nu''$ de la nouvelle masse de la Terre à celle qui avait servi de point de départ, ainsi que pour la valeur de la parallaxe solaire qu'on en déduit :

	$1+\nu''$.	Parallaxe solaire conclue.
(A)	1,0917	8'',853
(B)	1,0937	8,859
(C)	1,0965	8,866
		8,866

» On sait que L. Foucault a trouvé par la mesure directe de la vitesse de

la lumière et par l'emploi de la constante de l'aberration mesurée par Struve le nombre $\pi = 8'',86$.

» Il paraît, d'après ces résultats, que l'époque est effectivement arrivée où la valeur de la masse de la Terre à introduire dans les calculs de la Mécanique céleste devra être tirée directement des mouvements des planètes et non plus être conclue par l'intermédiaire de la parallaxe solaire.

» Mais sera-t-il légitime d'en conclure réciproquement la valeur de la parallaxe solaire elle-même? Assurément, si nous étions certains que les corps célestes dont nous tenons compte soient les seuls qu'il y ait à prendre en considération. Quelques raisons qu'on ait de supposer aujourd'hui comme extrêmement minime l'ensemble des masses des petites planètes télescopiques, il peut cependant arriver que leur action, allant en s'accumulant dans la suite des temps, finisse par devenir sensible, et l'on doit se demander si l'on en pourra trouver la preuve dans la différence des valeurs de la parallaxe conclues de la discussion des mouvements célestes, de la mesure de la vitesse de la lumière et de l'aberration, enfin de l'observation de Vénus sur le Soleil. La réponse à cette question n'est pas aisée; elle dépend de la grandeur même de l'influence inconnue et qu'il s'agirait de mesurer.

» Si la discussion des mouvements célestes fournissait une valeur de la parallaxe supérieure de $\frac{1}{10}$ de seconde à celle qu'on déduit de la vitesse de la lumière, à celle qu'on déduira des passages de Vénus, on pourrait attribuer la différence à l'action des petites planètes et ainsi mesurer leur effet. Mais si leur influence ne se traduit que par un résultat correspondant à $\frac{1}{100}$ de seconde seulement dans la valeur de la parallaxe solaire, on pourra seulement conclure que la masse totale des petites planètes est excessivement minime, mais sans en pouvoir tirer aucune mesure.

» Il se pourrait que tel fût le cas, en fait. L'action des petites planètes aurait dû se faire sentir avec une plus grande intensité sur la planète Mars que sur la planète Vénus, si elle avait été sensible. Et, puisque la discussion des observations de Vénus nous conduit au même résultat que la discussion des observations de la planète Mars, et que ce résultat est aussi celui que Foucault a tiré de la vitesse de la lumière, il paraît bien probable que l'action des petites planètes est jusqu'ici négligeable.

» Mais il faut remarquer que les écarts angulaires introduits par les perturbations dans les positions des planètes Mercure, Vénus, la Terre et Mars allant sans cesse en grandissant avec le temps, il arrivera une époque

où l'on ne pourra mettre toutes ces quantités d'accord entre elles, sans peut-être introduire de nouvelles forces. Cela est même certain dès aujourd'hui à l'égard des parages situés entre Mercure et le Soleil. Il se trouve là une notable quantité de matières qui a échappé jusqu'ici à nos investigations régulières.

» Dans ces conditions, il paraît que l'Astronomie devrait entrer dans une voie un peu nouvelle; j'oserais demander à l'Académie qu'elle voulût bien s'intéresser à l'ensemble des travaux aujourd'hui nécessaires.

» 1° Il faudrait tout d'abord ouvrir ce que nous appellerons, pour mieux préciser notre pensée, le *compte des matières célestes*. A cet effet, remontant dans le passé, on chercherait avec soin les circonstances dans lesquelles les actions particulières à telle ou telle planète se sont particulièrement accentuées, et on établirait l'équation de condition qui en résulte pour la détermination de sa masse. On ferait concourir à ce travail toutes les observations passées faites dans les divers Observatoires.

» On rechercherait en même temps à préciser dans l'avenir les circonstances les plus favorables à la détermination des masses, afin de les signaler aux astronomes et de réaliser les observations nécessaires.

» De là résulterait un ensemble de conditions dont le trésor s'accroîtrait chaque jour et qui conduirait aux plus importants résultats.

» 2° Nous sollicitons la reprise par les physiciens de la mesure *directe* de la vitesse de la lumière. L'Académie l'obtiendrait certainement de M. Fizeau.

» 3° La mesure de la constante de l'aberration doit être l'objet de l'attention des astronomes; il serait fort intéressant, aujourd'hui que la constante déterminée par M. Struve joue un rôle si spécial, d'avoir l'avis motivé de cet éminent astronome sur l'exactitude à laquelle il est sûr d'avoir atteint.

» 4° Enfin la mesure de la parallaxe solaire par les passages de Vénus conserve tout son intérêt, mais à la condition qu'elle sera faite avec une précision exceptionnelle et que l'astronome pourra répondre d'une exactitude correspondant à $\frac{1}{100}$ de seconde d'arc, soit la $\frac{1}{900}$ partie de la valeur totale de la parallaxe.

» A cette limite d'une précision extrême le travail devient une œuvre d'art des plus délicates, et qui ne saurait être confiée qu'à quelques hommes

ayant donné des garanties spéciales de leur dévouement à l'entreprise et qui soient déterminés à aller eux-mêmes réaliser les observations. Nous croyons que l'Académie devrait les désigner sans plus tarder, en leur laissant toute la responsabilité, mais aussi toute liberté dans les moyens d'exécution. »

« M. Fizeau pense qu'il serait très-utile de faire de nouvelles déterminations de la vitesse de la lumière au moyen des méthodes que les physiciens possèdent aujourd'hui, d'autant plus que les nombres obtenus jusqu'ici, soit par la méthode des roues dentées, soit par celle du miroir tournant, ne peuvent en réalité être considérés que comme de premiers essais destinés à démontrer la possibilité de mesurer la vitesse de la lumière à la surface de la terre par des moyens purement physiques. Les considérations présentées par M. Le Verrier nous font voir combien il serait désirable d'obtenir aujourd'hui des nombres dont la précision fût en rapport avec celle que les astronomes sont en droit de demander aujourd'hui aux physiciens; et il n'est pas douteux que l'on y parviendra prochainement, au moyen de certains perfectionnements que les progrès de la Science permettent actuellement d'employer, et que plusieurs physiciens s'occupent en ce moment d'appliquer à ce genre de détermination. »

M. d'Abbadie ajoute :

« Les physiciens ne me blâmeront pas de faire observer que le résultat cité par M. Le Verrier pour la vitesse de la lumière obtenue par Foucault n'est qu'une coïncidence heureuse. La base choisie par cet ingénieux physicien était de deux ou trois mètres seulement; par conséquent une erreur minime dans l'évaluation de cette base, erreur qui ne saurait être appréciée, devait être multipliée par un nombre relativement énorme, d'où pouvait résulter une incertitude grave dans le résultat final.

» M. Fizeau, au contraire, avait antérieurement inventé une bien meilleure méthode. Elle permet, en choisissant des stations convenables, de prendre une base considérable qui peut dépasser 100 kilomètres, et que la Géodésie peut mesurer à 1 décimètre près. Dans l'essai qu'il a fait, M. Fizeau avait choisi une base de 9000 mètres environ. Il est vivement à désirer qu'une détermination de la vitesse de la lumière soit faite par sa méthode et non par le procédé bien moins exact de Foucault. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherche du fer dans le sang d'un animal invertébré.* Note de M. **Boussingault.**

« Les observations que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie dans la séance du 27 mai m'ont conduit à rechercher le fer dans le sang blanc d'un invertébré, la limace jaune, si abondante dans les potagers.

» Dans ces limaces, les cavités où logent les poumons et le cœur sont protégées par un disque charnu placé sur le devant du dos. Le cœur ouvert, avec une pointe en platine, donne une ou deux gouttes de liquide. L'on jugera par là combien de cœurs de limace il a fallu percer pour obtenir une centaine de grammes de sang.

» Ce sang est presque incolore, légèrement opalin, teinté d'une nuance jaune; liquide au moment de l'extraction, il prend bientôt une consistance semi-gélatineuse. Au microscope, on y aperçoit de nombreux globules elliptiques serrés les uns contre les autres; çà et là, des espaces limités sans globules; de rares granules, peu de lambeaux cellulaires et quelques fragments à structure cristalline. Les globules ont à peu près la dimension des globules du sang de vache, pris pour terme de comparaison.

» Le sang blanc des limaces possède une réaction alcaline.

» Dans 100 grammes, on a trouvé

Matière sèches	3gr,905	Eau.	96gr,095
Cendres blanches	0,767		
Fer exprimé en métal	0,00069		

» Le fer est en si minime proportion que l'on peut hésiter à le considérer comme un élément du sang.

» Chez les animaux supérieurs, on a vu que le sang rouge renferme plus de fer que la chair musculaire. S'il en était ainsi chez les mollusques, il y aurait une présomption pour admettre que ce métal, quelque limitée qu'en soit la quantité dosée, entre dans la constitution de leur sang blanc.

» On dut conséquemment procéder au dosage du fer dans les limaces; mais, pour arriver à un résultat exact, il fallait commencer par exclure de ces animaux, avant de les brûler, la nourriture qu'ils n'avaient pas digérée, les déjections qu'ils retenaient encore, afin de ne pas introduire dans les cendres, du fer ne faisant pas partie de l'organisme. On essaya d'abord de mettre les limaces à la diète; mais, même après plusieurs jours, les déjections n'étaient pas expulsées; on leur enleva donc l'intestin, après les avoir bien nourries, puis l'on procéda à l'incinération.

» 100 grammes de limaces ont donné :

Matières sèches..................	15,12 gr	Eau.	84,88 gr
Cendres blanches.................	3,00		
Fer exprimé en métal............	0,001176		

» Ainsi, pour des poids égaux, la chair des limaces renfermerait à peu près deux fois autant de fer que le sang; mais, en raison de la plus forte proportion d'eau que renferme le sang, la comparaison doit nécessairement porter sur les matières sèches :

Dans 100 grammes de sang blanc desséché......	Fer.	0,0177 gr
Dans 100 grammes de chair desséchée..........	*Id.*	0,0078

» Le sang blanc sec renfermerait, par conséquent, plus de fer que la chair sèche. Ce rapport est dans le sens constaté pour les animaux à sang rouge; seulement, pour ces derniers, la différence est beaucoup plus forte. En prenant les données sur le sang et la chair de bœuf, présentées au commencement de ce travail, l'on trouve que :

100 grammes de sang de bœuf contiennent :	Matière sèche.	22,0 gr	Fer.	0,0525 gr
100 grammes de chair musculaire.........	*Id.*	22,5	*Id.*	0,0048

» Après dessiccation :

100 grammes de sang sec......................	Fer.	0,234 gr
100 grammes de chair sèche....................	*Id.*	0,021

» Il y a donc dix fois autant de fer dans le sang de bœuf que dans la chair; tandis que, pour la limace, ce serait le double seulement, à peu près

» Le sang blanc normal des limaces ne renfermerait que $\frac{1}{76}$ du fer dosé dans le sang rouge liquide; et si ce métal est un principe constant de l'hématosine, on concevrait que, à cause de l'exiguïté de sa proportion, le sang des invertébrés ne soit pas sensiblement coloré. Toutefois, il n'y a pas lieu d'y supposer la plus minime quantité d'une substance colorante analogue à l'hématosine, parce que, en se concentrant par l'évaporation, ce sang conserve une teinte jaune sans aucune nuance de rouge. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau procédé de dosage de l'ozone.* Note de **M. P. Thenard**.

« Les nombreuses analyses d'ozone qu'ont exigées les derniers travaux de mon fils, m'ont obligé de rechercher un procédé plus simple et plus rapide que celui par l'iodure de potassium dû à M. Houzeau.

» Ce procédé repose sur l'action oxydante qu'exerce l'ozone sur l'acide arsénieux, et se réduit en somme à ceci :

» Dans le flacon d'oxygène ozoné que l'on veut doser, on verse d'abord un petit excès d'une dissolution titrée d'acide arsénieux, puis on agite pour opérer la réaction, et on la complète avec une solution également titrée d'hypermanganate de potasse. Sous le rapport des principes, cette méthode n'a évidemment rien de nouveau; mais, appliquée au dosage de l'ozone, elle est commode et, de plus, correcte, comme je vais essayer de le démontrer.

» Jusqu'ici le dosage de l'ozone a éveillé dans l'esprit de beaucoup de savants toutes sortes de susceptibilités, causées par les réactions secondaires qui peuvent se produire et entacher d'erreurs plus ou moins graves le résultat final. Quelles sont ces réactions et quelle est leur influence sur le nouveau mode d'analyse? En poussant les choses au pis, elles se réduisent à trois. On ne peut, en effet, soupçonner dans l'ozone que de l'acide nitrique d'abord, peut-être de l'acide nitreux, surtout de l'eau oxygénée. J'ai donc examiné leur influence sur le nouveau mode de dosage et remarqué les faits suivants :

» 1° Quand, dans une solution chlorhydrique d'acide arsénieux, on ajoute son volume d'acide nitrique au cinquantième, le titrage par l'hypermanganate n'est en rien altéré; j'ai même le sentiment qu'on pourrait singulièrement forcer la dose.

» 2° Quand dans un flacon, contenant préalablement 12 centimètres cubes de la même liqueur arsénieuse, on introduit, à l'aide d'une ampoule, que par l'agitation on brise ultérieurement, 5 centimètres cubes de deutoxyde d'azote, outre l'acide nitrique il reste encore de l'acide nitreux en dissolution dans l'acide arsénieux; or celui-ci agit comme l'acide arsénieux, c'est-à-dire qu'il s'oxyde aux dépens de l'hypermanganate, ce qui rabaisse le titre de l'ozone dans la proportion des équivalents.

» 3° Mais c'est l'eau oxygénée qui produit un phénomène vraiment inattendu. Loin d'oxyder l'acide arsénieux et de venir en aide à l'hypermanganate, elle continue à le décolorer, comme l'avait trouvé Brodie, et à l'instar de l'acide nitreux, elle rabaisse le titre de l'ozone.

» Maintenant, y a-t-il ou non de l'eau oxygénée dans l'ozone? Nous ne voulons pas dire qu'il ne peut pas y en avoir, ni qu'en certaines circonstances, qui restent à déterminer, il ne peut s'en former; mais ce dont nous sommes sûrs, c'est que dans les conditions où nous nous sommes maintenus, nous n'en avons pas trouvé assez pour décolorer une goutte d'hypermanganate diluée dans 10 centimètres cubes d'eau.

» Après toutes ces épreuves, nous avions donc bien des raisons de croire en notre procédé, quand il nous est venu un nouveau scrupule. Mon fils et moi nous avons en effet remarqué que certains corps, tels que les iodures et le sulfate d'indigo, après avoir éteint l'action de l'ozone à ce point que le papier Houzeau n'en décèle plus la moindre trace, continuent à s'altérer comme s'il en existait encore, et provisoirement nous avons attribué cette action continuatrice à l'oxygène ambiant. Or un fait de ce genre ne pouvait-il pas se produire avec l'acide arsénieux, et, par conséquent, apporter un trouble sérieux dans le dosage?

» Pour résoudre la question, je pris dix flacons de même modèle et bien jaugés (volume moyen 359 centimètres cubes) successivement, sans rien changer à l'appareil électrique, et dans des temps égaux (minimum 9′ 22″, maximum 10′ 15‴) je les remplis d'oxygène ozoné, titrant chaque flacon de numéro impair au moment où il venait d'être rempli, et me contentant d'introduire la liqueur arsénieuse dans les autres, pour ne les titrer que quinze heures après. Or, de part et d'autre les résultats étant restés identiques, nos scrupules de ce côté se sont encore évanouis.

» En résumé, sur les quatre causes que l'on peut soupçonner comme devant apporter un trouble dans le dosage de l'ozone, deux sont tout à fait inefficaces, ce sont l'acide nitrique et l'action continuatrice.

» Quant à l'acide nitreux, bien peu probable dans un tel milieu, et à l'eau oxygénée qui tout au plus s'y rencontre exceptionnellement, ils ne peuvent qu'abaisser le titre.

» En conséquence, si dans des occasions d'ailleurs rares, la méthode que nous présentons a un défaut, c'est de doser à *minimâ* et non à *maximâ*, ce qui est le point important.

» *Formule du procédé.* — Dans le flacon jaugé où l'oxygène vient d'être recueilli, on introduit aussitôt, avec toutes les précautions pour éviter les pertes et suivant la richesse présumée, 10, 12, 15 centimètres cubes d'une dissolution chlorhydrique d'acide arsénieux, préparée suivant la formule de Gay-Lussac, à cela près qu'elle contient une dose d'acide arsénieux, exigeant 1 milligramme d'oxygène par centimètre cube, pour se transformer en acide arsénique.

» Cela fait, on agite fortement le flacon à trois ou quatre reprises, avec des repos, pendant cinq à dix minutes, puis on y ajoute 30 centimètres cubes environ d'une dissolution sulfurique au centième, et l'on commence le titrage.

» La liqueur manganique est d'abord versée à la dose de quatre gouttes, puis de cinq, puis de six, sans jamais dépasser ce nombre, ni faire de nouvelle addition d'hypermanganate avant que l'acide arsénieux ne soit devenu parfaitement *incolore* et *limpide*. Enfin, quand on est près de toucher au terme, on diminue de plus en plus le nombre des gouttes

versées à la fois, parce que la liqueur a de plus en plus de peine à s'éclaircir, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que, par une seule goutte, on arrive à la teinte sensible.

» Il n'est pas besoin de dire ici comment on calcule le résultat, mais il n'est pas indifférent d'ajouter que la liqueur manganique est riche à 2 milligrammes d'oxygène disponible par centimètre cube. Cependant nous ne verrions aucun inconvénient à la dédoubler et à la ramener ainsi au même titre que la liqueur arsénieuse. »

CHIMIE. — *Action de l'hypermanganate de potasse sur l'eau oxygénée au sein d'un mélange réfrigérant.* Note de **M. P. Thenard.**

« Dans la Note qui précède, le fait le plus saillant est l'absence d'action de l'eau oxygénée sur l'acide arsénieux.

» Quant à la décoloration de l'hypermanganate par l'eau oxygénée, Brodie l'avait déjà observée, et il avait reconnu que dans cette action l'oxygène disponible des deux réactifs devient libre et se dégage avec violence.

» Or j'ai repris l'expérience de Brodie : seulement, j'ai opéré dans un mélange réfrigérant, au sein de liquides acides, alors les choses se sont modifiées en un point important; l'hypermanganate a continué à se décolorer; mais, contrairement à ce qui se passe à la température ordinaire, l'oxygène reste combiné tant que le liquide est maintenu à une basse température : quand au contraire il revient à la température ambiante il se dégage au moins en partie. Ce n'est pas l'heure de discuter cette expérience, mais de l'approfondir; je vais m'y employer. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la condition pour qu'une famille de surfaces données puisse faire partie d'un système orthogonal;* par **M. A. Cayley.**

« **1.** Soit $\rho = f(x, y, z)$ l'équation d'une famille de surfaces qui fait partie d'un système orthogonal. On sait que ρ satisfait à une équation à différences partielles du troisième ordre, et en suivant la route tracée par M. Levy, dans son excellent *Mémoire sur les coordonnées curvilignes orthogonales* (*Journal de l'École Polytechnique*, t. XXVI, p. 157-200; 1870), je suis parvenu à trouver cette équation.

» **2.** Je remarque que le théorème fondamental de M. Levy est, en effet, assez évident. Considérons une surface de la famille ρ : soit P un point quelconque de cette surface, et PT, PT_1, PT_2 la normale et les tangentes aux deux courbes de courbure par le point P. Passons, suivant la normale au point P' de la surface consécutive $\rho + d\rho$, et soient P'T', $P'T'_1$,

$P'T'_2$ la normale et les tangentes aux deux courbes de courbure par le point P'. Or, si les surfaces ρ forment partie d'un système orthogonal, évidemment PP' sera élément d'une courbe de courbure d'une surface ρ_1 et aussi d'une surface ρ_2 des deux autres familles du système orthogonal, et PT_1, $P'T'_1$ seront les normales à deux points consécutifs de cette courbe de courbure de la surface ρ_1 : et de même PT_2 et $P'T'_2$ seront les normales à deux points consécutifs de cette courbe de courbure de la surface ρ_2. Donc PT_1 et $P'T'_1$ se rencontrent; et de même PT_2 et $P'T'_2$ se rencontrent. En se souvenant que PT_1, PT_2 sont perpendiculaires l'une à l'autre, et de même $P'T'_1$, $P'T'_2$, on voit sans peine que les deux conditions se réduisent à une seule. Réciproquement, si PT_1, $P'T'_1$ se rencontrent (ou, ce qui est la même chose, PT_2 et $P'T'_2$), la famille ρ fera partie d'un système orthogonal; ce qui est le théorème de M. Levy.

» 3. Soient (X, Y, Z) les fonctions dérivées de ρ du premier ordre; (a, b, c, f, g, h) celles du second ordre; (a, b, c, f, g, h, i, j, k, l) celles du troisième ordre, savoir :

$$(\mathrm{X}, \mathrm{Y}, \mathrm{Z}) = (\partial_x, \partial_y, \partial_z)\rho,$$
$$(\mathrm{a}, \mathrm{b}, \mathrm{c}, \mathrm{f}, \mathrm{g}, \mathrm{h}) = (\partial_x^2, \partial_y^2, \partial_z^2, \partial_y\partial_z, \partial_z\partial_x, \partial_x\partial_y)\rho,$$
$$(a, b, c, f, g, h, i, j, k, l) = (\partial_x^3, \partial_y^3, \partial_z^3, \partial_y^2\partial_z, \partial_z^2\partial_x, \partial_x^2\partial_y, \partial_y\partial_z^2, \partial_z\partial_x^2, \partial_x\partial_y^2, \partial_x\partial_y\partial_z)\rho;$$

soient de plus

$$\begin{aligned} \mathrm{A} &= 2(\mathrm{Zh} - \mathrm{Yg}), & \mathrm{F} &= \mathrm{X}(\mathrm{c} - \mathrm{h}) + \mathrm{Yh} - \mathrm{Zg},\\ \mathrm{B} &= 2(\mathrm{Xf} - \mathrm{Zh}), & \mathrm{G} &= \mathrm{Y}(\mathrm{a} - \mathrm{c}) + \mathrm{Zf} - \mathrm{Xh},\\ \mathrm{C} &= 2(\mathrm{Yg} - \mathrm{Xf}), & \mathrm{H} &= \mathrm{Z}(\mathrm{h} - \mathrm{a}) + \mathrm{Xg} - \mathrm{Yf}, \end{aligned}$$

valeurs qui satisfont aux équations

$$\mathrm{A} + \mathrm{B} + \mathrm{C} = 0 \quad \text{et} \quad (\mathrm{A}, \mathrm{B}, \mathrm{C}, \mathrm{F}, \mathrm{G}, \mathrm{H})(\mathrm{X}, \mathrm{Y}, \mathrm{Z})^2 = 0.$$

Alors les tangentes PT_1, PT_2 sont données par les équations

$$(\mathrm{A}, \mathrm{B}, \mathrm{C}, \mathrm{F}, \mathrm{G}, \mathrm{H})(x, y, z)^2 = 0,$$
$$\mathrm{X}x + \mathrm{Y}y + \mathrm{Z}z = 0,$$

et en partant de ces équations, mais en supposant que pour le point P les valeurs de X, Y soient $\mathrm{X} = 0$, $\mathrm{Y} = 0$, M. Levy obtient comme condition de l'intersection dont il s'agit

$$\left(\frac{d\mathrm{X}}{dx} - \frac{d\mathrm{Y}}{dy}\right)\frac{d^2}{dx\,dy}\frac{1}{\mathrm{Z}} + \frac{d\mathrm{Y}}{dx}\left(\frac{d^2}{dy^2} - \frac{d^2}{dx^2}\right)\frac{1}{\mathrm{Z}} = 0,$$

ou, ce qui est la même chose

$$2fg(a-b)+2h(f^2-g^2)-Z[(f-j)h+l(a-b)]=0;$$

savoir : cette équation est ce que devient l'équation cherchée du troisième ordre en y écrivant $X=0$, $Y=0$.

» 4. Je passe à la recherche de l'équation générale; pour cela (X, Y, Z) dénotant comme auparavant, nous pouvons considérer ces quantités comme les coordonnées (mesurées du point P comme origine) d'un point sur la normale PT; soient de même X_1, Y_1, Z_1 les coordonnées d'un point sur la tangente PT_1 et X_2, Y_2, Z_2 les coordonnées d'un point sur la tangente PT_2. Il s'agit seulement des valeurs relatives de ces coordonnées; et celles de X_1, Y_1, Z_1 et X_2, Y_2, Z_2 sont les valeurs de (x, y, z), données par les équations

$$(A, B, C, F, G, H)(x, y, z)^2=0,$$
$$Xx+Yy+Zz=0.$$

» Ces équations impliquent $X_1X_2+Y_1Y_2+Z_1Z_2=0$, et en se rappelant une équation déjà mentionnée, on a le système

$$\begin{aligned}
&(A, \ldots)(X, Y, Z)^2=0,\\
&(A, \ldots)(X_1, Y_1, Z_1)^2=0,\\
&(A, \ldots)(X_2, Y_2, Z_2)^2=0,\\
&X_1X_2+Y_1Y_2+Z_1Z_2=0,\\
&XX_1+YY_1+ZZ_1=0,\\
&XX_2+YY_2+ZZ_2=0.
\end{aligned}$$

L'origine étant quelconque, prenons (x, y, z) pour coordonnées de P, et $x+\delta x, y+\delta y, z+\delta z$ pour coordonnées de P'; nous avons $\delta x : \delta y : \delta z = X : Y : Z$; et comme il ne s'agit que des valeurs relatives, nous pouvons omettre un facteur infinitésimal commun, et écrire simplement $\delta x, \delta y, \delta z = X, Y, Z$. De même, en supposant qu'une fonction quelconque u de (x, y, z) devient $u+\delta u$, en passant du point P au point P', la valeur de δu sera $X\frac{du}{dx}+Y\frac{du}{dy}+Z\frac{du}{dz}$, ou, ce qui est la même chose, nous aurons $\delta = X\frac{d}{dx}+Y\frac{d}{dy}+Z\frac{d}{dz}$. Dans tout ce qui suit, δ aura cette signification.

» 5. Cela étant, si pour un moment nous prenons ξ, η, ζ pour coordonnées courantes, et θ pour un paramètre arbitraire, les équations de PT

seront

$$\xi = x + \theta X_1, \quad \eta = y + \theta Y_1, \quad \zeta = z + \theta Z_1,$$

et si cette droite rencontre PT_1, alors en prenant ξ, η, ζ pour les coordonnées du point d'intersection, nous aurons $o = \delta x + X_1 \delta\theta + \theta\delta X_1, \ldots$: ou en éliminant $\delta\theta$ et θ,

$$o = \begin{vmatrix} \delta x, & X_1, & \delta X_1 \\ \delta y, & Y_1, & \delta Y_1 \\ \delta z, & Z_1, & \delta Z_1 \end{vmatrix},$$

ou, ce qui est la même chose,

$$o = \begin{vmatrix} X, & X_1, & \delta X_1 \\ Y, & Y_1, & \delta Y_1 \\ Z, & Z_1, & \delta Z_1 \end{vmatrix};$$

» Mais nous avons $X_2 : Y_2 : Z_2 = YZ_1 - ZY_1 : ZX_1 - XZ_1 : XY_1 - YX_1$: donc cette équation devient $X_2 \delta X_1 + Y_2 \delta Y_1 + Z_2 \delta Z_1 = o$. Or nous avons $\delta(X_1 X_2 + Y_1 Y_2 + Z_1 Z_2) = o$; l'équation trouvée peut donc s'écrire sous la forme plus symétrique

$$X_2 \delta X_1 + Y_2 \delta Y_1 + Z_2 \delta Z_1 - (X_1 \delta X_2 + Y_1 \delta Y_2 + Z_1 \delta Z_2) = o,$$

équation qui exprime la condition pour l'intersection des tangentes PT_1, $P'T'_1$ (ou PT_2, $P'T'_2$).

» 6. Dans la démonstration précédente, je me suis servi du théorème de Dupin; mais il convient de remarquer qu'en partant du système orthogonal, et dénotant par X, Y, Z; X_1, Y_1, Z_1; X_2, Y_2, Z_2 les dérivées de ρ, ρ_1, ρ_2, respectivement, il serait possible de déduire cette même équation des seules équations

$$X\ X_1 + Y\ Y_1 + Z\ Z_1 = o,$$
$$X\ X_2 + Y\ Y_2 + Z\ Z_2 = o,$$
$$X_1 X_2 + Y_1 Y_2 + Z_1 Z_2 = o.$$

» En effet, l'équation fut démontrée de cette manière par R.-L. Ellis, dans une démonstration du théorème de Dupin, publiée dans l'ouvrage de Gregory (*Examples of the processes of the differential and integral calculus;* Cambridge, 1841). Les premières deux équations donnent $X : Y : Z = Y_1 Z_2 - Y_2 Z_1 : Z_1 X_2 - Z_2 X_1 : X_1 Y_2 - X_2 Y_1$; on a donc l'expression

$$(Y_1 Z_2 - Y_2 Z_1)\, dx + (Z_1 X_2 - Z_2 X_1)\, dy + (X_1 Y_2 - X_2 Y_1)\, dz,$$

intégrable par un facteur; ce qui donne

$$(Y_1 Z_2 - Y_2 Z_1)\left\{\frac{d}{dy}(X_1 Y_2 - X_2 Y_1) - \frac{d}{dz}(Z_1 X_2 - Z_2 X_1)\right\}\ldots = 0.$$

» Le terme en $\{\ \}$ est égal à

$$\left(X_2 \frac{dX_1}{dx} + Y_2 \frac{dX_1}{dy} + Z_2 \frac{dX_1}{dz}\right) - \left(X_1 \frac{dX_2}{dx} + Y_1 \frac{dX_2}{dy} + Z_1 \frac{dX_2}{dz}\right)$$
$$- X_2\left(\frac{dX_1}{dx} + \frac{dY_1}{dy} + \frac{dZ_1}{dz}\right) + X_1\left(\frac{dX_2}{dx} + \frac{dY_2}{dy} + \frac{dZ_2}{dz}\right),$$

et la somme qui correspond à la deuxième ligne de cette expression s'évanouit identiquement; la première ligne peut s'écrire sous la forme $\delta_2 X_1 - \delta_1 X_2$; donc, en rétablissant X, Y, Z au lieu de $Y_1 Z_2 - Y_2 Z_1, \ldots$, la condition devient simplement

$$X(\delta_2 X_1 - \delta_1 X_2) + Y(\delta_2 Y_1 - \delta_1 Y_2) + Z(\delta_2 Z_1 - \delta_1 Z_2) = 0.$$

» Mais nous avons

$$\delta_2 X_1 = X_2 \frac{dX_1}{dx} + Y_2 \frac{dX_1}{dy} + Z_2 \frac{dX_1}{dz}, \quad = X_2 \frac{dX_1}{dx} + Y_2 \frac{dY_1}{dx} + Z_2 \frac{dZ_1}{dx},$$
$$\delta_1 X_2 = X_1 \frac{dX_2}{dx} + Y_1 \frac{dX_2}{dy} + Z_1 \frac{dX_2}{dz}, \quad = X_1 \frac{dX_2}{dx} + Y_1 \frac{dY_2}{dx} + Z_1 \frac{dZ_2}{dx},$$

et ainsi $\delta_2 X_1 + \delta_1 X_2 = \frac{d}{dx}(X_1 X_2 + Y_1 Y_2 + Z_1 Z_2) = 0$; c'est-à-dire $\delta_1 X_2 = -\delta_2 X_1$, et de même $\delta_1 Y_2 = -\delta_2 Y_1$, $\delta_1 Z_2 = -\delta_2 Z_1$, et l'équation trouvée se réduit à

$$X\delta_2 X_1 + Y\delta_2 Y_1 + Z\delta_2 Z_1 = 0, \quad \text{ou} \quad X\delta_1 X_2 + Y\delta_1 Y_2 + Z\delta_1 Z_2 = 0;$$

on a de même

$$X_1 \delta X_2 + Y_1 \delta Y_2 + Z_1 \delta Z_2 = 0, \quad \text{ou} \quad X_1 \delta_2 X + Y_1 \delta_2 Y + Z_1 \delta_2 Z = 0,$$

et $X_2 \delta_1 X + Y_2 \delta_1 Y + Z_2 \delta_1 Z = 0$, ou $X_2 \delta X_1 + Y_2 \delta Y_1 + Z_2 \delta Z_1 = 0$,

et ainsi l'équation dont il s'agit

$$X_2 \delta X_1 + Y_2 \delta Y_1 + Z_2 \delta Z_1 - (X_1 \delta X_2 + Y_1 \delta Y_2 + Z_1 \delta Z_2) = 0.$$

On ne savait pas auparavant la signification géométrique de cette équation.

» 7. Dans la question actuelle, partant de cette équation, je rappelle que les valeurs de X, Y, Z, X_1, Y_1, Z_1 sont celles de (x, y, z) données par

les équations

$$(A, B, C, F, G, H)(x, y, z)^2 = 0, \qquad Xx + Yy + Zz = 0.$$

En supposant que ces équations donnent

$$X_1 : Y_1 : Z_1 = U + U' : V + V' : W + W',$$
$$X_2 : Y_2 : Z_2 = U - U' : V - V' : W - W',$$

la condition devient

$$U\,\delta U' + V\,\delta V' + W\,\delta W' - (U'\,\delta U + V'\,\delta V + W'\,\delta W) = 0.$$

» 8. Pour effectuer la réduction de cette formule, nous avons besoin de plusieurs formules subsidiaires. J'écris

$$(BC - F^2, CA - G^2, AB - H^2, GH - AF, HF - BG, FG - CH)(X, Y, Z)^2$$
$$= (\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \mathfrak{F}, \mathfrak{G}, \mathfrak{H})(X, Y, Z)^2 = -\varphi,$$

et je dénote par (a), (b), (c), (f), (g), (h) les coefficients de $\lambda^2, \ldots$ dans la fonction

$$(A, B, C, F, G, H)(\nu Y - \mu Z, \lambda Z - \nu X, \mu X - \lambda Y)^2,$$

savoir, j'écris

$$(a) = BZ^2 + CY^2 - 2FYZ,$$
$$(b) = CX^2 + AZ^2 - 2GZX,$$
$$(c) = AY^2 + BX^2 - 2HXY,$$
$$(f) = -AYZ - FX^2 + GXY + HXZ,$$
$$(g) = -BZX + FXY - GY^2 + HYZ,$$
$$(h) = -CXY + FYZ + GYZ - HZ^2,$$

où je remarque qu'en vertu des valeurs de A,... nous avons

$$(a) + (b) + (c) = 0.$$

» Cela étant, nous avons les identités

$$[(a), (h), (g)](X, Y, Z) = 0,$$
$$[(h), (b), (f)](X, Y, Z) = 0,$$
$$[(g), (f), (c)](X, Y, Z) = 0,$$

$$[(b)(c) - (f)^2, (c)(a) - (g)^2, (a)(b) - (h)^2, (g)(h)$$
$$- (a)(f), (h)(f) - (b)(g), (f)(g) - (c)(h)]$$
$$= -(X^2, Y^2, Z^2, YZ, ZX, XY)\varphi,$$

savoir, $(b)(c)-(f)^2=-X^2\varphi,\ldots$ De plus

$$(A, H, G)[(a), (h), (g)] = -X(\mathfrak{A}X+\mathfrak{H}Y+\mathfrak{G}Z)-\varphi,$$
$$(H, B, F)[(a), (h), (g)] = -Y(\mathfrak{A}X+\mathfrak{H}Y+\mathfrak{G}Z),$$
$$(G, F, C)[(a), (h), (g)] = -Z(\mathfrak{A}X+\mathfrak{H}Y+\mathfrak{G}Z),$$
$$(A, H, G)[(h), (b), (f)] = -X(\mathfrak{H}X+\mathfrak{B}Y+\mathfrak{F}Z),$$
$$(H, B, F)[(h), (b), (f)] = -Y(\mathfrak{H}X+\mathfrak{B}Y+\mathfrak{F}Z)-\varphi,$$
$$(G, F, C)[(h), (b), (f)] = -Z(\mathfrak{H}X+\mathfrak{B}Y+\mathfrak{F}Z),$$
$$(A, H, G)[(g), (f), (c)] = -X(\mathfrak{G}X+\mathfrak{F}Y+\mathfrak{C}Z),$$
$$(H, B, F)[(g), (f), (c)] = -Y(\mathfrak{G}X+\mathfrak{F}Y+\mathfrak{C}Z),$$
$$(G, F, C)[(g), (f), (c)] = -Z(\mathfrak{G}X+\mathfrak{F}Y+\mathfrak{C}Z), -\varphi;$$

Aussi

$$A(a)+B(b)+C(c)+2F(f)+2G(g)+2H(h)+2\varphi=0.$$

Multipliant cette dernière équation par l'un quelconque des coefficients $(a),\ldots,$ et réduisant, on obtient six équations; mais je forme seulement celle qui se dérive de (g), savoir, nous avons

$$(g)[A(a)+B(b)+C(c)+2F(f)+2G(g)+2H(h)]$$
$$+2\varphi(-BZX+FXY-GY^2+HYZ)=0.$$

Ici la seconde ligne est égale à

$$2B[(f)(h)-(b)(g)]-2F[(f)(g)-(c)(h)]$$
$$+2G[(c)(a)-(g)^2]-2H[(g)(h)-(a)(f)],$$

et l'équation est

$$A(a)(g)+B[2(h)(f)-(b)(g)]$$
$$+C(c)(g)+2F(c)(h)+2G(c)(a)+2H(a)(f)=0.$$

» Des équations $(g)(h)-(a)(f)=-YZ\varphi$, $(h)(f)-(b)(g)=-ZX\varphi$, multipliant par $-X$, $-Y$ et ajoutant, nous obtenons $-(h)[(g)X+(f)Y]+(a)(f)X+(b)(g)Y=2XYZ$, c'est-à-dire

$$(a)(f)X+(b)(g)Y+(c)(f)Z=2XYZ.$$

» 9. Je reviens à la question principale. A moins de se servir de quantités arbitraires qui rendraient les formules plus complexes, il n'y a pas d'expression symétrique pour les valeurs de $X_1:Y_1:Z_1$ et $X_2:Y_2:Z_2$: et

ainsi j'écris

$$X_1 : Y_1 : Z_1 = (a) : (h) + Z\sqrt{\varphi} : (g) - Y\sqrt{\varphi},$$
$$X_2 : Y_2 : Z_2 = (a) : (h) - Z\sqrt{\varphi} : (g) + Y\sqrt{\varphi},$$

et la condition devient

$$[(h)\,\delta Z - Z\,\delta(h) - (g)\,\delta Y + Y\,\delta(g)]\sqrt{\varphi} + [(h)Z - (g)Y]\,\delta\sqrt{\varphi} = 0,$$

ou, puisque $\delta\sqrt{\varphi} = \frac{1}{2\sqrt{\varphi}}\,\delta\varphi$, ceci est

$$2[(h)\,\delta Z - Z\,\delta(h) - (g)\,\delta Y + Y\,\delta(g)]\,\varphi + [(h)Z - (g)Y]\,\delta\varphi = 0,$$

équation qui contient, comme nous le verrons, le facteur (a); et, en omettant ce facteur, l'équation deviendra symétrique.

» J'écris

$$\delta(g) = \Delta(g) + \delta'(g), \quad \delta(h) = \Delta(h) + \delta'(h), \quad \delta\varphi = \Delta\varphi + \delta'\varphi,$$

en dénotant par Δ les parties qui dépendent de δX, δY, δZ, et par δ' celles qui dépendent de δA,.... La fonction à droite est ainsi la somme des deux parties

$$\Omega_1 = 2[(h)\,\delta Z - Z\,\Delta(h) - (g)\,\delta Y + Y\,\Delta(g)]\,\varphi + [(h)Z - (g)Y]\,\Delta\varphi,$$
$$\Omega_2 = 2[\qquad - Z\,\delta'(h) \qquad\qquad + Y\,\delta'(g)]\,\varphi + [(h)Z - (g)Y]\,\delta'\varphi,$$

où cette seconde partie Ω_2 est la seule qui contient les dérivées de ρ du troisième ordre.

» **10.** Je réduis l'expression de Ω_1. Nous avons

$$\Delta(h) = (-CY + FZ)\,\delta X + (-CX + GZ)\,\delta Y \quad + (FX + GY - 2HZ)\,\delta Z,$$
$$\Delta(g) = (-BZ + FY)\,\delta X + (FX - 2GY + HZ)\,\delta Y + (-BX + HY)\,\delta Z,$$

et de là

$$\tfrac{1}{2}\Omega_1 = \varphi\{[(C - B)YZ + F(Y^2 - Z^2)]\,\delta X$$
$$+ [- AXZ + G(Y^2 + Z^2)]\,\delta Y + [AXZ + H(Y^2 + Z^2)]\,\delta Z\}$$
$$+ \tfrac{1}{2}[(h)Z - (g)Y]\,\Delta\varphi,$$

où la dernière ligne est égale à

$$[(g)Y - (h)Z][\quad (\mathfrak{A}X + \mathfrak{H}Y + \mathfrak{G}Z)\,\delta Z$$
$$+ (\mathfrak{H}X + \mathfrak{B}Y + \mathfrak{F}Z)\,\delta Z + (\mathfrak{G}X + \mathfrak{F}Y + \mathfrak{C}Z)\,\delta Z].$$

Ici le coefficient de δX est égal à

$$(C - B)[(a)(f) - (g)(h)] + F(g)^2 - (a)(c) - (h)^2 + (a)(b)]$$
$$+ [(g)Y - (h)Z](\mathfrak{A}X + \mathfrak{H}Y + \mathfrak{G}Z),$$

où la seconde ligne est égale à

$$-(g)(H, B, F)[(a), (b), (g)] + (h)(G, F, C)[(a), (h), (g)],$$

et ainsi l'expression entière se réduit à

$$(a)\{-(B-C)\Theta + F[(b)-(c)] - H(g) + G(h)\},$$

c'est-à-dire le coefficient de δX contient le facteur (a).

» Le coefficient de δY est

$$[-AXZ - F(Y^2+Z^2)]\varphi + [(g)Y-(h)Z](\mathfrak{H}X + \mathfrak{B}Y + \mathfrak{F}Z),$$

où la seconde partie est

$$(g)\{-\varphi - (H, B, F)[(h), (b), (f)]\} + (h)(G, F, C)[(h), (b), (f)];$$

on a donc les termes

$$-\varphi[(g) + AZX + G(Y^1 + Z^2)],$$

c'est-à-dire

$$-\varphi[(A-B)ZX + FXY + GZ^2 + HYZ],$$

et l'expression entière est ainsi égale à

$$\begin{aligned}(A-B)&[(h)(f)-(b)(g)] + F[(f)(g)-(c)(h)] + G[(a)(b)-(h)^2]\\ &+ H[(g)(h)-(a)(f)] - (g)(H, B, F)[(h), (b), (f)]\\ &+ (h)(G, F, C)[(h), (b), (f)],\end{aligned}$$

c'est-à-dire à

$$\begin{aligned}&A[(h)(f)] - (b)(g) - B(h)(f) + C(h)(f)\\ &\quad + F[(b)-(c)](h) + G(a)(b) - H(a)(f),\end{aligned}$$

ou enfin à

$$A - (b)(g) + B - 2(h)(f) + F[(b)(c)](h) + G(a)(b) + H - (a)(f).$$

J'ajoute la quantité nulle

$$\begin{aligned}&A(a)(g) + B[2(h)(f)-(b)(g)] + C(c)(g)\\ &+ F2(c)(h) + G2(c)(a) \qquad + H2(a)(f),\end{aligned}$$

et, en réduisant au moyen de $(a)+(b)+(c)=0$ et $A+B+C=0$, le coefficient de δY devient

$$=(a)\{-(C-A)(g) + H(f) + G[(c)-(a)] - F(h)\},$$

et, de même, le coefficient de δZ est

$$=(a)\{-(A-B)(h) - G(f) + F(g) + H[(a)-(b)]\},$$

ce qui achève le calcul de Ω_1. »

HYDRAULIQUE. — *Sur une veine liquide formée, en partie par un courant, en partie par les coups de bélier des vagues contre deux digues convergentes.* Note de **M. A. de Caligny.**

« Je dirai d'abord quelques mots du mode de divergence d'un courant apparent, formé par des ondes de diverses espèces, débouchant dans un espace élargi. On en verra bientôt l'utilité pour l'objet de cette Note.

» Le grand canal du parc de Versailles est en forme de croix. Si le vent souffle dans la direction de l'axe d'une des branches de cette croix, les vagues en sortent dans l'espace élargi formé par la réunion des quatre branches. Il est intéressant d'observer alors le mode d'élargissement graduel de l'ondulation, dont la forme générale a de l'analogie avec celle qu'aurait, dans les mêmes lieux, un courant véritable. On sait que l'*épanouissement* des courants ordinaires, se jetant dans un réservoir assez vaste, n'est pas brusque. Pour se former une idée de la manière dont les choses se passent, on peut supposer que chacune des vagues s'étende comme un bourrelet rectiligne, sur toute la largeur du canal, avant d'en sortir dans l'espace dont il s'agit.

» La première vague qui sort tend évidemment à se propager latéralement par chacune de ses extrémités, tout en conservant un mouvement de progression, apparent ou réel. La vague suivante produit un effet semblable, tandis que la première, se trouvant déjà élargie un peu plus loin, tend cependant à s'élargir encore, par suite de l'extension même de ses extrémités latérales, où l'écoulement peut encore se produire d'une manière quelconque, par suite de la modification éprouvée déjà par ces extrémités.

» Il en est ainsi, en général, pour les ondes qui se suivent, jusqu'à une distance où l'ondulation pourrait se trouver, sauf l'ondulation directement produite dans un espace élargi, en quelque sorte *dissimulée*, d'une manière plus ou moins analogue à ce qui se présenterait, quant à la forme générale, pour le mouvement d'un cours d'eau ordinaire arrivant dans un réservoir assez large. Quand j'ai eu occasion, il y a quelques années, de faire ce genre d'observations, en profitant d'un vent très-fort donnant lieu à des vagues assez élevées, à une époque où je ne m'occupais pas de la question qui fait l'objet de cette Note, j'ai constaté seulement le fait général de l'élargissement graduel de l'ondulation. Je me propose, quand l'occasion s'en présentera, de multiplier ces observations.

» Ce que je viens de dire de l'ondulation qui se répand de chaque côté d'un canal régulier, de section rectangulaire, a pour but de faire concevoir

déjà comment les phénomènes doivent être modifiés, quand le liquide arrive par une passe résultant de la convergence de deux digues verticales qui ne se rejoignent pas. Dans l'un et l'autre cas, il ne peut pas se faire d'épanouissement brusque, et la force de l'ondulation, sortant dans l'espace élargi, doit être principalement dans la partie centrale, tant qu'elle peut être observée d'une manière assez sensible. Je n'examine pas encore ce qui pourrait résulter des effets de la convergence des digues sur la possibilité d'une certaine convergence de l'ondulation aux premiers instants de la sortie.

Je suppose maintenant qu'il y ait un courant véritable par cette espèce d'entonnoir; il se présentera nécessairement des phénomènes de convergence jusqu'à une certaine distance de l'orifice rétréci. Or on vient de voir comment les vagues qui en sortiront peuvent avoir une tendance à élargir de chaque côté l'espace occupé par l'ondulation. Comme cela ne doit se faire que graduellement, ces deux effets de convergence et de divergence peuvent, jusqu'à un certain point, tendre à se compenser quant à la forme générale de la surface agitée, quoiqu'on ne puisse dire dans quelles limites, jusqu'à ce que ces effets aient été observés directement d'une manière plus précise. Mais il est intéressant de fixer dès aujourd'hui les idées sur la nature du phénomène, relativement surtout aux effets de l'espèce d'ondes sur lesquelles je vais donner quelques détails.

Il faut distinguer deux espèces d'ondes : celles qu'on appelle *courantes*, sans transport réel bien sensible de liquide, et celles qu'on nomme de *translation* ou *solitaires*, quoiqu'elles puissent être suivies d'autres ondes du même genre. Il y a, comme on sait, dans ces dernières, un transport réel de liquide. Les unes et les autres, quand elles arrivent dans un passage rétréci, peuvent donner lieu à de véritables *coups de bélier*. Or il est à remarquer, dans ce cas, que les coups de bélier des ondes courantes, donnant lieu à une véritable accumulation d'eau à l'endroit où se fait le coup de bélier, doivent être la cause de véritables ondes de *translation*, résultant, comme on sait, d'une accumulation de liquide sur un point donné.

Quand une onde dite de translation a traversé une passe, elle tend à *s'écraser* de chaque côté, sauf les effets de convergence possible résultant du coup de bélier, convergence dont l'étude serait trop délicate pour être traitée ici avec détails. Si, par conséquent, la *longueur* de chaque onde (c'est-à-dire, selon une expression convenue, la distance de sommet en sommet de deux ondes supposées égales et régulières, et se suivant immédiatement) est beaucoup moindre que la *largeur* de la passe, on conçoit que l'écoulement du liquide de chaque côté de cette passe peut être beau-

coup moindre, même abstraction faite de tout phénomène possible de convergence (1), que dans le sens du mouvement de l'onde supposée, s'étendant comme une barre rectiligne sur toute cette largeur. En effet, le liquide a beaucoup plus de place pour s'étendre en avant que pour s'étendre parallèlement à cette barre rectiligne, puisque, dans ce dernier sens, l'écoulement ne se fait que par une sorte d'*écrasement* des extrémités. J'ai déjà expliqué ci-dessus pourquoi l'évasement de l'ondulation sortant de la passe ne peut se faire d'une manière brusque ; ce que je viens de dire rend en quelque sorte sensible la manière dont les choses doivent se passer, relativement aux ondes de *translation*, qui sont les plus importantes pour l'étude dont il s'agit dans cette Note. Il en résulte que la convergence doit être modifiée de manière que la distance de l'orifice à laquelle se trouvera le maximum de rétrécissement du courant mélangé d'ondes de translation sera plus grande que si cet écrasement latéral n'existait pas.

» Il n'est pas sans quelque intérêt de remarquer que l'espèce de courant saccadé, pouvant provenir de coups de bélier successifs des vagues n'est pas de la même nature qu'un courant permanent, quant à la manière dont les tourbillons latéraux tendent à l'élargir. Je suppose qu'il y ait une seule onde de translation; le coup de bélier qui en résultera sera assez court pour que les tourbillons n'aient pas le temps de se répandre aussi fortement de chaque côté que si le courant était permanent. Mais si plusieurs ondes de translation se succèdent de manière qu'il résulte des coups de bélier une sorte de courant *saccadé*, le cas n'est plus le même. La première onde a laissé une trace quelconque de son passage sur les filets latéraux, et ainsi de suite. Cependant, si le courant était permanent, il aurait sans doute le temps de se répandre latéralement d'une manière plus sensible; j'ai tenté quelques observations directes; mais il est très-difficile de faire ces expériences en petit. Il était du moins intéressant de signaler ce nouveau point de vue.

» Quant à ce qui concerne une onde isolée, véritablement solitaire, le phénomène a une grande analogie avec ce qui se présente à la sortie du siphon renversé vertical plein d'eau, et dont une branche de dimension convenable, plus longue que celle par laquelle l'eau doit s'écouler, serait débouchée subitement. Dans ce cas, le *bouillon* de sortie venant couper assez régu-

(1) Si, par suite de cette convergence, deux ondes tendaient à aller au-devant l'une de l'autre de chaque côté de la passe, et si elles se rencontraient, on conçoit comment elles pourraient se renvoyer latéralement, et comment, si elles ne se rencontraient pas, elles pourraient se jeter hors de la veine. On reviendra plus loin sur ce sujet.

lièrement la surface de l'eau d'un réservoir au-dessous de laquelle il débouche, j'ai pu constater un angle divergent moindre que celui d'une colonne liquide sortant au-dessous de la même surface avec un mouvement permanent. Je n'indique d'ailleurs ce fait qu'en y attachant une importance secondaire relativement au sujet dont il s'agit, d'autant plus qu'à l'époque où je fis cette observation, sans penser à cette application particulière, je n'eus pas la précaution de comparer les vitesses de sortie dans l'un et l'autre cas. Mais cela peut du moins servir à mieux préciser l'état de la question, en indiquant d'ailleurs un moyen de l'étudier d'une manière encore plus spéciale.

» On voit, d'après ce qui a été dit ci-dessus, comment, à la sortie de l'espèce d'entonnoir formé par des digues verticales convergentes, un courant mélangé du résultat des coups de bélier d'ondes de diverses espèces doit nécessairement converger jusqu'à une certaine distance de l'orifice resté libre entre ces deux digues. Cette convergence sera suivie d'une divergence, comme cela se présente plus ou moins dans les veines liquides de forme analogue à celle dont il s'agit.

» Tant que la convergence existe, le principe de la communication latérale du mouvement des liquides, au lieu de repousser à l'extérieur les filets latéraux, fait entrer dans le courant une partie du liquide qui l'entoure, de sorte qu'il en résulte plutôt un moyen de *curage* latéral qu'une cause d'*épanouissement* de la veine. On voit très-bien dans ce cas ces petits corps flottants venir de chaque côté se faire prendre par le courant.

» On peut demander comment tout ce qui précède serait modifié dans le cas où une passe serait très-large par rapport à sa profondeur. Il est évident d'abord que, si l'on fait pour un instant abstraction du frottement des parois etdu fond, il suffit de diviser par la pensée un orifice rectangulaire en tranches horizontales, pour se rendre compte approximativement des effets généraux de la *convergence* résultant de la disparition des digues précitées. Je n'en dis ici que quelques mots d'une manière générale, relativement à une application dont je parlerai plus loin, pour laquelle la profondeur peut être la même dans la passe qu'en amont et en aval.

» L'essentiel est de voir comment on peut tenir compte de la nature du frottement de l'eau sur le fond, pour concevoir de quelle manière ces effets peuvent être modifiés quand le liquide est sorti de la passe. Or il est à remarquer que, lorsqu'un cours d'eau ordinaire débouche dans un réservoir beaucoup plus large que lui, les tourbillons latéraux ou les effets quelconques de la communication latérale du mouvement l'empêchent de s'étendre aussi loin en avant, à beaucoup près, que s'il avait à surmonter les

résistances passives de ses parois primitives, dans le cas où celles-ci auraient été prolongées. Il résulte de ces observations que tout ce qui a été dit ci-dessus est encore plus applicable au cas dont on vient de parler, que si la veine liquide entrait dans une région beaucoup plus profonde que la passe d'où elle sort.

On sait que, lorsqu'un système d'ondes arrive à l'extrémité d'un canal rectangulaire factice, quand celui-ci est terminé par une paroi verticale, elles se balancent jusqu'à ce qu'elles s'en retournent, si elles ne sont pas suivies d'ondes assez fortes pour s'opposer à leur retour. On pouvait donc se demander, relativement à ce qui se présentera entre les digues convergentes précitées, s'il n'y aurait pas assez de trouble dans tout l'ensemble d'actions et de réactions résultant du rétrécissement du passage pour qu'il fût difficile d'y appliquer les considérations qui font l'objet de cette Note. J'ai fait à ce sujet quelques observations sur des rétrécissements de diverses formes, disposés dans des canaux factices servant d'abreuvoirs à la cavalerie de Versailles, et dont l'un a environ 80 mètres de longueur. Ainsi que cela devait être, le trouble dont il s'agit s'est manifesté quand la section a été réduite à une fraction trop petite.

» J'ai étudié successivement les ondes dites *courantes* et les ondes dites de *translation*, en interceptant des parties plus ou moins grandes de la largeur du canal par des surfaces verticales. Or on a pu réduire la section à une fraction moindre qu'un cinquième, sans que le trouble dont il s'agit se soit manifesté.

» Il est évident que les ondes s'élèvent en arrivant au rétrécissement; mais, comme elles étaient poussées par les suivantes, elles passaient successivement de l'autre côté du barrage, et je n'ai pu apercevoir, de la distance où je produisais ces ondes, aucune solution de continuité. On les voyait très-bien passer successivement, sans revenir sensiblement en arrière. Quand on cesse de les produire, les dernières n'étant plus assez fortes pour repousser celles qui les précèdent, il finit par en résulter un mouvement de retour. Je produisais ces ondes au moyen du mouvement vertical de va-et-vient, sensiblement isochrone, d'une pierre de forme régulière et d'une largeur égale à peu près à la moitié de la largeur moyenne du canal, où l'eau avait ordinairement une profondeur de 16 centimètres. Les ondes se répandent bientôt comme une barre rectiligne sur toute la largeur du canal; mais cet effet ne se produit qu'à une distance de l'origine du mouvement égale à la longueur de plusieurs ondes.

» Au delà du barrage, elles se reforment, mais ne s'étendent sur toute la

largeur du canal qu'à une distance égale à plusieurs fois la largeur du passage rétréci. Il est intéressant de remarquer que, si ce passage est en entier d'un seul côté d'un canal, au lieu d'être dans le milieu, les ondes prennent un mouvement apparent en zigzag. Mais je ne donnerai pas ici de détails sur ce phénomène particulier, dont j'ai parlé autre part, et qui ne semble point avoir beaucoup d'importance relativement au sujet de cette Note.

» J'ai ensuite étudié, dans les mêmes circonstances, le passage des ondes de *translation*. Elles résultaient de ce que je traînais horizontalement, en l'arrêtant ensuite, le même corps qui avait servi à la formation des ondes courantes. Pour avoir un certain nombre d'ondes de *translation* se succédant régulièrement et à des distances convenables, de manière à présenter à la surface du canal un aspect analogue à celui d'une série d'ondes *courantes*, je traînais ce corps, et je m'arrêtais sans revenir en arrière. Au bout d'un temps très-court, je le traînais de nouveau en avant, je m'arrêtais, et ainsi de suite. Le passage de ce système d'ondes par le rétrécissement était aussi régulier que celui des ondes courantes. Quand on avait cessé de les engendrer, il se présentait pour les ondes de translation un phénomène de retour analogue à celui que j'ai signalé pour les dernières ondes courantes après la cessation du mouvement qui avait engendré celles-ci. Lorsqu'on engendrait une seule onde de translation pouvant être réellement appelée *solitaire*, selon l'expression convenue, une partie seulement de cette onde traversait le passage rétréci; l'autre partie revenait en arrière et était évidemment d'autant plus notable, toutes choses égales d'ailleurs, que le passage resté libre était moins large. Le nombre d'ondes *courantes* et d'ondes de *translation* dont on peut observer ainsi le passage, sans solution de continuité, dépend évidemment de la longueur du canal précité.

» J'ai fait quelques observations sur la manière dont un courant s'élargit, après un rétrécissement, sans qu'il y ait de vagues bien sensibles; je me propose de multiplier ces observations. Quand le courant est très-lent, tel, par exemple, que celui qui est formé à la surface du canal précité par un vent assez faible et d'assez courte durée pour ne pas produire de vagues sensibles, le courant m'a paru s'évaser davantage à une distance notablement moindre que lorsque les vitesses sont assez grandes pour engendrer latéralement des tourbillons formant des creux bien prononcés dans le liquide.

» Ces observations, faites au moyen de divers orifices d'un décimètre de largeur, sont plus difficiles qu'elles ne le seraient si elles étaient faites sur une grande échelle; je n'ose donc pas affirmer encore, même après les avoir

répétées plusieurs fois, que c'est seulement à une distance égale à plusieurs fois la largeur du passage resté libre que l'*épanouissement* des filets latéraux se fait d'une manière bien importante, quand les vitesses ne sont pas extrêmement petites. Mais il résulte de ces observations provisoires que, si un courant est de plus obligé de se rétrécir graduellement par des digues convergentes, analogues à celles qui ont été proposées par M. le capitaine de vaisseau Cialdi, pour empêcher la formation d'un banc de sable à l'entrée d'un port-chenal, il paraît que ce courant aura en général les propriétés nécessaires, d'après tout ce qui a été dit ci-dessus, pour porter les matières qu'il tiendra en suspension à une distance assez notable de son embouchure, formée par ces digues convergentes. Il était d'ailleurs utile de signaler ce sujet d'observations aux ingénieurs qui étudient les mouvements de l'eau à l'embouchure des fleuves.

» Le liquide, à la sortie de cette embouchure, passant par des sections qui sont ensuite de plus en plus rétrécies, tant que la veine est convergente, a nécessairement par cette raison des vitesses de plus en plus grandes, de sorte qu'il n'y a pas de danger que les sables tenus en suspension soient déposés jusqu'au point au delà duquel la divergence commencera. Et même à partir de cette distance, il y aura encore une certaine région où les vitesses, restant plus grandes qu'à la sortie immédiate de l'embouchure, s'opposeront suffisamment aux dépôts que l'on pourrait craindre.

» Pour bien comprendre l'application de tout ce qui précède au système précité de M. Cialdi, il faut se rappeler que les choses sont disposées par lui de manière à donner au courant latéral dont il s'agit une direction faisant un angle convenable avec la direction de la paroi opposée du chenal, qui, par cette raison, ne va pas aussi loin dans la mer que celle du côté de laquelle arrive ce courant. A l'extrémité de celle-ci, se trouve une digue *parallèle au rivage*, l'orifice latéral étant formé par un môle séparé, disposé dans la direction de la digue du canal, au bout de laquelle se trouve l'appendice en retour dont on vient de parler. L'espèce d'entonnoir dont il s'agit n'est pas seulement formé par ce môle, disposé au delà de l'orifice, mais aussi par cet appendice parallèle au rivage, qui est une addition essentielle à ce qu'on pouvait avoir dit sur ce sujet. La présence de ce môle séparé est en général une cause de l'inclinaison du courant vers le rivage. Il résulte de cette inclinaison que, en supposant même plus de divergence à partir d'une certaine distance qu'il n'y en aura probablement, d'après tout ce qui précède, le banc de sable dont on veut empêcher la formation, ou que l'on veut détruire, aura à certains égards plus de

chance d'être refoulé au delà de la direction de l'autre paroi du canal que si le courant était seulement parallèle au rivage. On peut s'en convaincre en faisant la figure.

» M. Moro a eu à détruire un banc de sable, qui s'était formé à la sortie d'un canal servant d'exutoire à un marais qu'il s'agissait d'épuiser près d'Ostie. Pour détruire ce banc de sable, qui obstruait le débouché dans la mer et, par suite, empêchait le libre écoulement des eaux, M. Moro a employé, comme il le dit lui-même, le système précité de M. Cialdi. Il a eu l'obligeance, dans une lettre du 8 juin dernier, d'ajouter quelques détails, que je lui avais demandés, à ce qu'il en avait dit dans le *Giornale delle Arti e delle Industrie* de Florence (n° 101, 22 décembre 1869). Il a légèrement modifié le système de M. Cialdi, peut-être à cause des circonstances spéciales où il se trouvait. Le môle séparé n'est pas tout à fait dans le prolongement de la direction de la paroi du canal, qui est jointe à l'appendice parallèle au rivage. Ce môle fait un angle un peu aigu avec cet appendice; il n'est pas d'ailleurs en ligne droite : la moitié antérieure du côté du large est pliée de manière, selon le dessin qu'il m'a envoyé, que son extrémité est dans la direction de l'autre paroi du canal, qu'il semble pouvoir protéger un peu contre les flots venant du large.

» La paroi du canal opposée à celle qui porte l'embouchure par laquelle on reçoit le courant, formé en partie par les flots, s'avance moins dans la mer que celle-ci. Il est résulté de l'ensemble de ces dispositions que le banc de sable dont il s'agit a fini, dit-il, par être enlevé. Cette opération a été lente, mais elle a été complète, et il est intéressant de remarquer, d'après la lettre précitée de M. Moro, que le courant chargé de sable, avant d'avoir perdu sa force, est passé avec ce sable de l'autre côté du canal, en rejoignant la plage au delà de la paroi opposée. Il paraît, d'après cela, que c'est bien dans cette dernière position que le banc de sable détruit a été repoussé, comme on pouvait le désirer.

» En résumé, les faits rassemblés dans cette Note me semblent de nature à faire espérer qu'il sera utile, toutes les fois que l'occasion s'en présentera, de recueillir les observations qui pourront servir à l'étude du système précité de M. Cialdi, connu de l'Académie des Sciences, notamment par un grand ouvrage sur les ondes, qui a été l'objet d'un rapport très-favorable de M. de Tessan. Dans l'application faite par M. Moro, les choses paraissent être combinées avec un courant parallèle au rivage, de manière que les coups de bélier des flots ne peuvent en général se faire que d'un côté dans l'entonnoir, de sorte qu'ils font incliner le courant vers le rivage. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Purkinje*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Lovén obtient.	32	suffrages.
M. Darwin.	15	»

Il y a un billet blanc.

M. **Lovén**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

M. **Wurtz** est nommé Membre de la Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Chaussier, en remplacement de feu M. *Stan. Laugier*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'anatomie pathologique de l'angine couenneuse et du croup*. Mémoire de MM. **Bouchut** et **Labadie-Lagrave**. (Extrait par les auteurs.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Il y a deux espèces de lésions anatomiques dans l'angine gangréneuse ou couenneuse et dans le croup : les unes *primitives*, dues à l'ulcération de la muqueuse ou à la présence des fausses membranes, et les autres *secondaires*, *cardiaques* ou *emboliques*.

» Les lésions primitives, formées par la gangrène des parois du gosier et par les fausses membranes de la gorge et du larynx, sont aujourd'hui bien connues des médecins.

» Les lésions secondaires, cardiaques et emboliques pulmonaires n'ont pas encore été décrites et méritent d'être connues, car elles expliquent la mort par une lésion toute spéciale des poumons et des autres organes.

» Dans le cœur, il y a presque toujours (quatorze fois sur quinze) une endocardite végétante, avec dépôts fibrineux qui sont l'origine de fréquentes embolies.

» Les poumons renferment souvent (quarante-cinq fois sur cent quatre-vingts) des noyaux d'apoplexie pulmonaire ou infarctus sanguins, dus à des embolies artérielles. Les infarctus sanguins du poumon sont quelquefois décolorés au centre, avec une zone d'hypérémie pulmonaire à l'entour. Ils donnent quelquefois lieu à un noyau d'infiltration purulente ou à de véritables abcès métastatiques. Les poumons renferment souvent à leur surface, entre les lobules, de petites thromboses veineuses.

» Des infarctus sanguins, suite d'embolies, ont quelquefois lieu sous le péricarde, entre les fibres musculaires altérées du cœur et dans le tissu cellulaire sous-cutané, où peuvent se former de petits abcès métastatiques. Des thromboses veineuses existent dans la pie-mère, dans le cerveau, dans le foie et dans les différentes parties du corps.

» Avec ces lésions existe toujours une leucocythose plus ou moins prononcée, très-considérable si le cas est très-grave.

» Endocardite, embolies disséminées dans le poumon ou dans les tissus, thromboses veineuses de différents viscères, leucocythose aiguë, telles sont les lésions nouvelles à étudier dans l'angine couenneuse et dans le croup. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur un nouveau procédé de conservation des substances alimentaires, par l'acétate de soude.* Mémoire de **M. Sacc.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Dumas, Peligot, Pasteur.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie des échantillons de viandes et de légumes conservés à l'aide de l'acétate de soude.

» Le procédé est le suivant :

» On range les viandes dans un baril, en déposant sur elles de l'acétate de soude en poudre, dont il faut le quart du poids de la viande. En été, l'action est immédiate; en hiver, il faut placer les vases dans une salle chauffée à 20 degrés. Le sel absorbe l'eau de la viande; au bout de vingt-quatre heures, on retourne les pièces, en plaçant dessus celles qui étaient dessous. En quarante-huit heures, l'action est terminée, et on embarille les viandes dans leur saumure, ou on les sèche à l'air. Si les barils ne sont pas pleins, on achève de les remplir avec de la saumure faite en dissolvant 1 partie d'acétate de soude dans 3 parties d'eau.

» La saumure, séparée des viandes et évaporée à moitié, cristallise et régénère la moitié du sel employé. Les eaux mères constituent un excellent extrait de viande, qui, en pâte épaisse, représente 3 pour 100 du poids de la

viande employée. Cet extrait doit être versé sur la viande conservée qu'on apprête, dans ce même rapport de 3 pour 100, pour qu'elle reprenne totalement son goût de viande fraîche, sinon elle semble fade, ce qui vient de l'absence des sels potassiques qui restent dans la saumure.

» Pour employer les viandes préparées par ce procédé, il faut les tremper pendant douze heures au moins, vingt-quatre heures au plus, suivant la grosseur des pièces, dans de l'eau tiède additionnée de 10 grammes de sel ammoniac par litre d'eau. Ce sel décompose l'acétate de soude resté dans les chairs, en formant du chlorure de sodium qui en relève le goût, et de l'acétate d'ammoniaque, qui les gonfle et leur rend l'odeur et les réactions acides de la viande fraîche. Non-seulement les viandes ainsi préparées peuvent servir à faire toutes les préparations auxquelles on emploie celles qui sont fraîches, mais, comme je m'en suis assuré, les os qui les accompagnent fournissent en abondance un bouillon gras et des plus sapides.

» De ces faits, résultait la possibilité de conserver des animaux entiers dans une saumure d'acétate de soude; l'expérience a confirmé cette prévision, et nous avons préparé ainsi des poissons, des poules, des canards et des bécasses, avec la seule précaution d'en enlever les intestins. Quand on ne vide pas d'abord ces animaux, les déjections, et plus encore la bile, donnent un goût désagréable à leur chair.

» Sous l'influence de la saumure, la viande perd un quart de son poids, et un autre quart lorsqu'on la sèche, de quelque animal qu'elle provienne. On peut sécher à l'étuve la viande des animaux à sang chaud; mais, sauf les carpes et les autres poissons sans dents, tous les autres, spécialement les saumons et les truites, ne peuvent être séchés, sous peine de voir leur chair couler comme du beurre et se fondre en une huile rougeâtre, en ne laissant qu'une éponge de fibres animales, qui ne tardent pas à rancir.

» La conservation des légumes se fait comme celle des viandes; ils perdent alors $\frac{5}{6}$ de leur poids en général; les choux de Bruxelles ne perdent que $\frac{3}{4}$ de leur poids; pour les employer, il suffit de les plonger douze heures dans l'eau fraîche et de les faire cuire comme s'ils étaient frais. Il faut échauder les légumes, avant de les couvrir de sel, jusqu'à ce qu'ils perdent leur rigidité. Au bout de vingt-quatre heures, on les exprime et on les sèche à l'air.

» Les champignons sont employés tels quels; on verse sur eux une saumure faite avec parties égales d'acétate de soude et d'eau, jusqu'à ce qu'ils en soient baignés. La saumure est à 30 degrés, et son action est terminée en vingt-quatre heures; on retire alors les champignons, on les exprime et on

les sèche; ils ont, comme les autres légumes, perdu les $\frac{5}{6}$ de leur poids initial. Nous n'avons opéré que sur des morilles, qui sont ici un aliment de luxe; en Russie, elles sont tellement abondantes qu'elles deviennent l'aliment du pauvre.

» Les pommes de terre crues ne se laissent pas pénétrer par une saumure d'acétate de soude : il faut d'abord les cuire à la vapeur; on les prépare alors aussi facilement que les autres légumes.

» Toutes les substances alimentaires préparées par ce procédé doivent être gardées au sec, parce qu'elles s'humectent dans un air saturé d'humidité. »

M. Sacc adresse, en outre, un Mémoire portant pour titre « La fermentation et les ferments ».

(Renvoi à la même Commission.)

M. Genty soumet au jugement de l'Académie un projet de nouvelle chaudière à vapeur.

(Commissaires : MM. Morin, Dupuy de Lôme.)

M. Poulet adresse une Note sur le diagnostic de l'empoisonnement par le phosphore, au moyen d'un signe fourni par les urines du malade.

(Commissaires : MM. Balard, Cl. Bernard.)

M. Reymond adresse, par l'intermédiaire de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Note relative à l'aérostation.

M. Lejeune adresse une Note relative à la navigation aérienne.

Ces deux Notes sont renvoyées à la Commission des Aérostats.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une nouvelle traduction des « Principes de Géologie de sir *Ch. Lyell* », faite sur la dernière édition anglaise, par M. *J. Ginestou*, archiviste de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale.

2° Un Ouvrage de M. le Dr *Marvaud*, professeur au Val-de-Grâce, intitulé : « L'Alcool, son action physiologique, etc. »

3° Diverses brochures faisant partie de la collection des actualités scientifiques de M. l'abbé *Moigno*, entre autres, la traduction de « La Sursaturation, de M. *Ch. Tomlinson.* »

4° Une brochure de M. *Bouchut*, intitulée : « Recherches thérapeutiques sur les substances et les alcaloïdes tirés de l'opium. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur les lignes de faîte et de thalweg.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans une Note du 3 juin 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1458), M. C. Jordan a essayé de définir géométriquement les faîtes et les thalwegs, lignes que tout le monde reconnaît à la surface du sol et pourrait y tracer à fort peu près, mais dont on éprouve quelque peine à dégager le caractère précis. M. Jordan pense : 1° que ces lignes ne se distinguent en rien, dans leur parcours, des autres lignes de plus grande pente ; 2° que leur seul caractère particulier se trouve à leur point de départ, les noms de *faîte* et de *thalweg* devant être réservés exclusivement aux lignes de plus grande pente, au nombre de quatre, qui se détachent d'un col, et dont deux (faîtes) s'élèvent à partir de ce point, tandis que les deux autres (thalwegs) vont au contraire en s'abaissant. On voudra bien me permettre d'observer que ces deux propositions me paraissent, la seconde trop restrictive, et la première en désaccord avec la notion des faîtes et des thalwegs, telle qu'elle se trouve, plus ou moins nette, dans tous les esprits. Les thalwegs et les faîtes se distinguent en effet, sur leur parcours, des autres lignes de plus grande pente ; car l'habitant des montagnes sait fort bien tracer, avec toute la précision possible, le thalweg de sa vallée ou le faîte qui sépare le versant qu'il habite du versant voisin, sans avoir besoin de se transporter à l'origine, souvent très-éloignée et presque inaccessible, de ces lignes, et d'observer les circonstances, bien peu importantes, que la configuration du sol peut y présenter. D'ailleurs, si l'existence des mêmes lignes tenait à celle des cols, la plupart des vallées, qui n'ont point de col à leur origine, mais dont la partie supérieure est une sorte d'amphithéâtre s'appuyant sur la crête d'une montagne, n'auraient point de thalweg, et les diverses vallées qui rayonnent tout autour d'un sommet ne seraient séparées les unes des autres par aucune ligne de faîte ; conséquences évidemment inadmissibles.

» Pour obtenir le vrai caractère des faîtes et des thalwegs, il convient de

considérer d'abord ces lignes dans le cas où elles sont le plus visibles, c'est-à-dire lorsqu'elles se trouvent marquées par l'intersection, saillante ou rentrante, de deux parties du sol à pentes opposées et qui se coupent sous un angle dièdre différent de 180 degrés. On voit alors qu'une ligne de plus grande pente, prolongée supérieurement jusqu'à un faîte, y change brusquement de direction, et se confond, au-dessus, avec le faîte lui-même ; et aussi, que, prolongée inférieurement jusqu'à un thalweg, elle y offre un autre point anguleux, pour se confondre, plus bas, avec le thalweg lui-même. Un faîte est donc comme une artère d'où se distribuent à droite et à gauche et sur toute sa longueur, en descendant, une infinité de lignes de plus grande pente ordinaires, pareilles aux vaisseaux capillaires qu'on étudie en Anatomie; tandis qu'un thalweg est comme une veine qui reçoit de droite et de gauche, sur tout son parcours, les lignes de plus grande pente ordinaires. Ce caractère est modifié, mais reste très-reconnaissable quand, en vue d'avoir une surface continue, on substitue dans le même cas, aux parties anguleuses du sol, d'autres parties arrondies qui s'en écartent extrêmement peu; alors les lignes de plus grande pente présentent, aux endroits où elles se rapprochent de celles de faîte ou de thalweg, un petit arc à très-grande courbure au lieu d'un point anguleux, et elles tendent ensuite rapidement à se confondre avec ces lignes, dont elles sont bientôt à des distances tout à fait imperceptibles; à ce moment, leur réunion physique au faîte ou au thalweg est complétement effectuée, bien que, au point de vue abstrait ou géométrique, elles continuent *asymptotiquement* à monter à côté du faîte ou à descendre à côté du thalweg, jusqu'à l'extrémité supérieure du premier ou à l'extrémité inférieure du second, et il en est de même, à cela près que la direction des lignes de plus grande pente varie plus graduellement d'un point à l'autre, quand la surface du sol n'a que de petites courbures (1), tout en affectant néanmoins, comme il arrive *presque partout* par

(1) Il est évident qu'on fait ici abstraction des très-petites irrégularités que peut présenter la surface, et que l'on remplace, pour cela, la surface réelle du sol, fréquemment discontinue, par une surface géométrique s'en écartant fort peu et partout continue, à l'exception peut-être de quelques arêtes saillantes ou rentrantes, ou de quelque autre accident remarquable, qu'on aurait dessein de conserver. On agit, du reste, pareillement toutes les fois qu'il est question d'appliquer les propriétés du monde idéal ou géométrique au monde réel et concret, dont le monde idéal est une limite très-rapprochée, mais impossible à atteindre. L'important, quand on substitue ainsi des quantités abstraites à des quantités réelles, afin de pouvoir étudier les choses à la lumière de l'analyse mathématique, c'est de ne pas changer le caractère des faits qu'il s'agit de mettre en relief, mais de donner au contraire à ce caractère une précision que la réalité, avec ses complications, ne comporte pas.

suite de l'action des eaux, la forme de sillons juxtaposés. Dans tous ces cas, le sol est divisé en bandes allongées, ou *versants*, dont chacun est le lieu géométrique d'une série de lignes de plus grande pente contiguës l'une à l'autre sur toute leur longueur, et qui, le coupant transversalement, se détachent de son bord supérieur, appelé *sa ligne de faîte*, pour aboutir à son bord inférieur, appelé *sa ligne de thalweg*.

» *En résumé, une ligne de faîte est une ligne de laquelle se détachent, sur tout son parcours, des lignes de plus grande pente qui en étaient d'abord à des distances nulles ou imperceptibles et qui s'en éloignent à des distances notables; un thalweg est une ligne à laquelle, sur tous les points de son parcours, viennent se réunir, en toute rigueur, ou du moins asymptotiquement, des lignes de plus grande pente qui en étaient d'abord à des distances sensibles;* tel est le caractère qui distingue ces lignes remarquables de celles de plus grande pente ordinaires, qui sont au contraire, sur *tout* leur parcours, contiguës à leurs voisines.

» On peut voir, dans une Note du 13 novembre 1871 (*Comptes rendus*, t. LXXIII), qu'il y a généralement, tout près de chaque faîte ou thalweg, et du côté de la surface vers lequel celui-ci tourne sa convexité, une autre ligne, dite *des pentes minimum*, tout le long de laquelle les lignes de plus grande pente ont une inflexion en projection horizontale, ou tout au moins un plan osculateur vertical, et où la déclivité de la surface est moindre qu'aux points voisins placés aux mêmes hauteurs. Toutefois, les thalwegs et les faîtes se confondent avec les lignes des pentes minimum, comme on le démontre très-simplement dans les cours de topographie, quand elles sont formées par des arêtes anguleuses : les lignes de plus grande pente ont en effet, dans ce cas, à la place de leurs parties à grande courbure, un simple point anguleux situé sur la ligne même de faîte et de thalweg, et celle-ci contient par suite leur point d'inflexion très-voisin, qui se trouve généralement, près du côté convexe de la ligne de faîte ou de thalweg, entre cette ligne et les parties très-courbes dont il s'agit.

» Il est bon d'observer qu'une ligne de plus grande pente peut ne devenir thalweg ou faîte qu'après un certain parcours, et cesser ensuite de l'être après un nouveau parcours plus ou moins long. C'est en particulier ce qui arrive dans une vallée dont l'origine est un secteur conique en entonnoir, ou un hémicycle, creusé à la longue par les eaux, et dont la partie inférieure, primitivement coupée en travers par un précipice, a été comblée ensuite au moyen de dépôts successifs ayant à peu près la forme de cônes circulaires droits, emboîtés les uns dans les autres; le thalweg ne com-

mence alors qu'au sommet du cône supérieur, ou *cône d'érosion*, qui est creux et renversé, c'est-à-dire au point où commencent à se réunir les lignes de plus grande pente, et il se termine au sommet du cône plein inférieur, ou *cône d'éjection*, c'est-à-dire au point où les lignes de plus grande pente cessent de converger, puisque, au contraire, le thalweg s'y divise en une infinité de lignes de plus grande pente divergentes. »

ACOUSTIQUE. — *Vibrations des cordes sous l'influence d'un diapason.* Note de **M. E. Gripon.**

« Dans une Note présentée à l'Académie (1), j'ai signalé certaines particularités que présentent des fils métalliques très-fins, lorsqu'on attache une de leurs extrémités à la branche d'un diapason et qu'on la tend par un poids convenable, de telle sorte que la vibration des diapasons puisse se communiquer au fil et le faire vibrer. Tantôt le fil vibre à l'unisson du diapason, et une portion de sa longueur se partage pour cela en un nombre convenable de fuseaux égaux, séparés par des nœuds; tantôt le nombre des nœuds diminue et ils divisent le fil en un certain nombre de parties égales, qui doivent alors vibrer en rendant un son plus grave que celui du diapason. Je n'avais pu alors expliquer ce dernier mode de vibration. M. Bourget m'indiqua un Mémoire de Duhamel où se trouvait traité le cas d'une corde dont une des extrémités est fixe et dont l'autre reçoit d'un diapason un mouvement périodique. Duhamel trouve que la corde est le siége de deux mouvements. Dans l'un, la corde vibre à l'unisson du diapason : ce mouvement est indépendant de l'état initial. Le second en dépend, et il est le même que celui que prendrait la corde si ses extrémités étaient fixes. Quelques expériences, faites par le savant géomètre, l'ont amené à conclure que les deux mouvements signalés par l'Analyse coexistent d'abord, au début de l'expérience; mais l'un d'eux disparaît bientôt par suite des résistances qu'éprouve la corde, résistance que l'on néglige dans le calcul, et le seul mouvement synchrone à celui du diapason persiste seul. Suivant lui, le corps vibrant ne peut pas engendrer dans la corde un mouvement permanent plus lent que le sien.

» J'ai pu, dans mes expériences, vérifier la théorie mathématique plus complétement que ne l'avait fait Duhamel, et isoler chacun des deux mouvements qu'elle indique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1213.

» Je ne parle pas du premier, dans lequel la corde rend le son du diapason; il est le plus facile à réaliser, et je n'ajouterai rien à ce que nous ont appris les expériences de Melde.

» Le second se produit aisément lorsqu'on emploie des fils métalliques très-fins et peu tendus; par exemple, un fil de cuivre rouge de $0^{mm},1$ de rayon, tendu par un poids de 20 grammes, a présenté, sous une certaine longueur, deux nœuds; la distance normale des nœuds représente à très-peu près la longueur que la corde doit avoir pour vibrer à l'unisson du diapason; la distance du diapason au nœud le plus voisin est plus petite que cette distance normale. Si l'on fait vibrer faiblement le diapason, ce mode de division se produit seul.

» Si la vibration du diapason est plus forte, les deux nœuds disparaissent et sont remplacés par un seul nœud, qui se forme au milieu de la corde. Celle-ci est partagée en deux fuseaux égaux, comme si les deux extrémités étaient fixes; la vibration est régulière et persiste tant que dure le mouvement du diapason. En ébranlant le diapason plus fortement encore, tout nœud disparaît, et la corde forme en vibrant un large fuseau. Chaque point de la corde décrit une petite ellipse, et là encore le mouvement persiste aussi longtemps que celui du diapason. Dans d'autres cas, j'ai vu le nombre des nœuds passer successivement de quatre à trois, ou à deux, suivant l'amplitude première des vibrations du diapason. Lorsque les neuds correspondant au mouvement synchrone sont voisins de ceux qui appartiennent au second mouvement, c'est celui-ci qui s'établit, et il est parfois impossible d'obtenir le premier. Parfois aussi les deux mouvements coexistent et se troublent mutuellement.

» En opérant avec des fils plus gros, de $0^{mm},2$ et plus, on entend le son que rend la corde lorsqu'elle vibre, comme si ses extrémités étaient fixes : ce son est plus grave que celui du diapason. Il se produit surtout facilement lorsque la corde a une longueur telle, qu'elle rendrait, en vibrant seule, un son plein à l'octave grave de celui de l'instrument, ou qui ne s'en éloigne pas trop. Si l'intervalle des deux sons est trop grand, le second mouvement ne se réalise plus facilement, ou même il cesse de se poduire. On obtient les mêmes résultats en substituant au diapason une plaque vibrante, comme le faisait Duhamel.

» Si, dans ces expériences, on diminue graduellement la tension de la corde et si l'on calcule la longueur qu'il faut lui donner pour qu'elle vibre à l'unisson du diapason, on trouve que cette distance représente la distance de deux nœuds tant que la tension n'a pas atteint une limite inférieure,

qui est d'autant plus reculée que le diamètre est plus petit. Au-dessous de cette limite, la distance des nœuds est plus grande que la longueur calculée; ainsi la corde, sous de faibles tensions, rend un son plus aigu que celui qui lui est assigné par la théorie.

» Duhamel a posé, sans les développer, les formules qui donnent le mouvement de la corde. M. Bourget a tiré de cette théorie une conséquence remarquable, qu'il m'a signalée. Les deux mouvements de la corde se confondraient si, dans le mouvement synchrone, l'un des nœuds était juste au point d'attache de la corde et du diapason.

» Dans ce cas, le rapport des nombres de vibrations du diapason et de la corde vibrant seule est représenté par un nombre entier. Mais alors la théorie, comme l'a fait remarquer M. Bourget, donne à l'amplitude du mouvement synchrone une valeur infinie; ainsi ce mouvement, dans ce cas, semble impossible. Cette grande valeur de l'amplitude, lorsqu'on se rapproche du cas extrême signalé plus haut, est connue depuis longtemps; c'est une des particularités remarquables des expériences de Melde. Voici ce que l'expérience apprend, pour le cas singulier lui-même :

» Lorsque le fil est faiblement tendu, si on lui donne une longueur telle qu'il soit à l'unisson du diapason, le fil et le diapason vibrent mal, ou ne le font que sous l'influence de l'archet, et la vibration s'éteint aussitôt qu'on abandonne l'appareil à lui-même. Si le fil est accordé exactement à l'octave grave du diapason, le nœud ne se forme pas au milieu, comme il devrait le faire dans le mouvement synchrone, mais il vibre dans sa totalité.

» Si la tension est plus forte, le fil et le diapason étant à l'unisson, on les voit vibrer régulièrement, mais le son unique qu'ils rendent est plus grave que celui qu'ils donneraient si on les faisait vibrer isolément. Cet abaissement du ton semble croître avec la tension de la corde; il s'observe toutes les fois qu'un nœud doit se former au point d'attache du fil. Si l'on change un peu la longueur de la corde, de manière à éloigner le nœud du point d'attache, le son monte aussitôt et redevient le son normal du diapason. Ainsi, dans le mouvement synchrone, le nœud ne peut se former au point d'attache et le son rester le même que celui du diapason : ou le son change, si le nœud se forme à la place voulue, ou le mouvement synchrone disparaît et la corde prend une des autres formes qui conviennent au cas où ses extrémités sont fixes.

» Le même phénomène s'observe avec les verges. La vibration est impossible si la verge a une longueur telle que le nœud se forme au point d'attache : ou bien elle ne dure qu'un instant, ou elle est irrégulière, ou la

verge se divise autrement qu'elle ne devrait le faire dans le mouvement synchrone, et prend une des formes qui conviennent au cas d'une verge dont une seule des extrémités est fixe.

» L'expérience montre que pour la verge ces deux mouvements sont réalisables, et, comme pour une corde, on peut engendrer dans une verge fixée au diapason le mouvement synchrone; on peut aussi, en ébranlant plus fortement l'appareil, produire un des modes de division de la verge considérée comme libre à une de ses extrémités et fixée à l'autre. Elle prend alors un mouvement d'une période plus longue que celle du diapason. Il est probable que la *théorie complète* du mouvement d'une verge recevant son mouvement d'un diapason donnerait les deux mouvements que l'expérience révèle. »

PHYSIQUE. — *Expériences d'acoustique faites sur la Seine pendant le blocus de Paris*. Note de **M. F. Lucas**.

« On sait que, dans les expériences faites par Sturm et Colladon sur le lac de Genève, en 1827, pour déterminer la vitesse du son dans l'eau, le foyer sonore était une cloche du poids de 65 kilogrammes, amarrée à une barque et immergée dans l'eau, près de Rolle. Une autre barque, amarrée près de Thonon, portait les observateurs, qui épiaient l'arrivée du son au moyen d'un long tube acoustique en métal, dont l'orifice inférieur, évasé et fermé par une membrane, était plongé dans l'eau.

» La distance de Rolle à Thonon est d'environ 13500 mètres; par conséquent la portée du son, dans ces expériences, était considérable. Il convient d'observer que le lac de Genève présente, dans ces parages, une grande profondeur.

» Pendant le blocus de Paris par l'armée prussienne, on s'est demandé s'il serait possible d'établir, entre la cité investie et les provinces qui échappaient encore à l'invasion, un système de télégraphie acoustique au moyen du cours de la Seine. Les résultats obtenus sur le lac de Genève semblaient autoriser quelque espérance de succès.

» Chargé par M. Dorian, alors Ministre des Travaux publics, de réaliser sur la Seine quelques expériences destinées à trancher cette question, je me suis mis à l'œuvre, dans le cours du mois de novembre. L'objet de cette Note est d'indiquer sommairement les résultats obtenus.

» *Première série d'expériences*. — J'ai d'abord employé une cloche pesant environ 40 kilogrammes, que l'Administration centrale des Phares avait

bien voulu mettre à ma disposition. Cette cloche était munie d'un battant intérieur, à la base duquel étaient attachés deux fils de fer, destinés à le tirer successivement dans deux sens opposés. L'oreillon de cette cloche était fixé à l'extrémité d'un câble, qui s'enroulait sur un treuil placé à la tête d'une gabarre. On amarrait cette gabarre dans une station convenablement choisie; on descendait la cloche avec précaution, jusqu'à la rencontre du fond du lit, puis on la relevait de 20 ou 30 centimètres, et on la fixait dans cette position. Deux ouvriers étaient chargés d'agiter le battant, au moyen des fils de fer, à des intervalles de temps convenus d'avance et fixés par une montre réglée sur celle de l'observateur.

» Pour étudier l'audition du son à diverses distances, on montait sur un canot qu'on abandonnait pour ainsi dire à lui-même au fil de l'eau, sauf à régler, au moyen du gouvernail, la direction de sa marche. Le cornet acoustique, analogue à celui de Sturm et Colladon, avait une longueur totale d'environ $1^{m},50$. Il était fixé verticalement sur un des côtés du canot; la membrane qui fermait l'orifice évasé était tournée du côté de la cloche.

» Au départ, c'est-à-dire à quelques mètres de la gabarre amarrée, on entendait très-nettement, pour chaque battement de la cloche, un son mat, analogue à celui que produit un coup de baguette donné sur un tambour. A mesure qu'on s'éloignait, l'intensité de ce bruit devenait de plus en plus faible. Elle cessait d'être perceptible à partir d'environ 1800 mètres. Ce résultat est resté constant pour des expériences répétées en plusieurs points du fleuve.

» *Deuxième série d'expériences.* — Une autre série d'expériences a été faite avec une grosse cloche en bronze, du poids de 354 kilogrammes, sortie des ateliers de la maison Jacob Holtzer. Cette cloche était installée sur un châssis en bois, du poids de 446 kilogrammes, représentant, dans sa forme générale, un tronc de pyramide quadrangulaire; elle était battue par un gros marteau, du poids de 16 kilogrammes, monté à ressort sur le châssis, avec organes de transmission pour qu'on pût agir à distance au moyen d'une tresse en fils de fer.

» L'installation de cette masse de 816 kilogrammes, dans des conditions qui permissent de transporter la cloche et de l'immerger à volonté, présentait des difficultés assez sérieuses. Il nous a fallu accoupler, au moyen de madriers de bois, deux fortes gabarres entre lesquelles était ménagé l'espacement nécessaire pour donner passage à la cloche et à son châssis.

» Chacun des quatre angles supérieurs de ce châssis était fixé à l'extrémité d'un câble allant s'enrouler sur un treuil. On pouvait ainsi faire à volonté descendre ou remonter la cloche; on pouvait aussi faire varier son inclinaison depuis la verticale jusqu'à l'horizontale, de manière à l'immerger, soit vide d'air, soit remplie d'air. Quatre mariniers étaient chargés de conduire les gabarres aux stations qui leur étaient assignées, de les amarrer, d'immerger la cloche et de la faire sonner à des intervalles de temps convenus. L'audition se faisait comme dans les expériences décrites plus haut.

» A quelques mètres des gabarres, on percevait un son légèrement métallique, sans doute parce que le tube acoustique vibrait en même temps que la membrane. Bientôt le son devenait mat. Son intensité décroissait rapidement avec la distance; à 1400 ou 1500 mètres, la perception devenait impossible.

» En comparant cette série d'expériences à la précédente, on constate ce fait bien imprévu : que *le son très-intense d'une cloche de 354 kilogrammes a présenté une portée inférieure à celle du son beaucoup plus faible d'une cloche de 40 kilogrammes.*

» *Troisième série d'expériences.* — Ayant repris notre cloche de 40 kilogrammes, nous avons installé, sur la même gabarre, un petit timbre du diamètre de 12 centimètres, monté sur une pièce de bois verticale dont on réglait à volonté l'enfoncement dans l'eau. On faisait alternativement sonner la cloche et le timbre.

» La portée du son émanant de la cloche a atteint, comme précédemment, 1600 à 1800 mètres; celle du timbre était plus faible ; mais cependant elle dépassait un kilomètre.

» *Conclusions.* — On voit, par ces expériences, que la portée d'un son en rivière, même dans le sens du mouvement de l'eau, est beaucoup plus faible que la portée de ce même son dans un lac.

» Lorsqu'on augmente considérablement l'intensité et, en même temps, la gravité du son, on n'obtient qu'un faible accroissement dans la portée; il peut même arriver qu'on obtienne une diminution.

» Il paraît probable que, à intensité égale, la portée d'un son dans l'eau d'une rivière augmenterait avec son acuité. S'il en était ainsi, on pourrait peut-être obtenir une portée notable en prenant, comme foyer sonore, un sifflet à air comprimé. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution des sels acides en dissolution.* Note de **M. Berthelot.**

« 1. On admet, en général, que les sels acides et les sels doubles se détruisent en se dissolvant dans l'eau, de telle sorte qu'une liqueur étendue renferme un sel neutre, juxtaposé avec un acide libre ou un autre sel neutre. Cette opinion repose surtout sur les expériences thermiques de MM. Andrews, Graham, Favre et Silbermann, desquelles il résulterait que le mélange d'une solution saline avec la solution de l'acide correspondant ou d'un autre sel du même acide ne dégage que peu ou point de chaleur.

» J'ai été conduit à reprendre cette question par des recherches nouvelles sur l'état des sels dissous, exécutées à l'aide d'une méthode fondée sur le partage des corps entre deux dissolvants (1). Ces recherches tendent à établir une différence fondamentale entre les sels acides, suivant qu'ils sont formés par les acides monobasiques ou par les acides bibasiques : les premiers sels acides sont détruits entièrement, ou à peu près, dans l'acte de la dissolution ; tandis que les seconds éprouvent seulement une décomposition partielle et variable avec les proportions relatives d'eau, d'acide et de sel neutre mis en présence, le tout conformément aux lois qui règlent la statique des réactions éthérées. Cette même opposition entre les acides monobasiques et polybasiques peut être établie par les méthodes thermiques.

» 2. Soient d'abord les acides monobasiques, chlorhydrique, azotique, par exemple, un équivalent de chacun d'eux étant dissous dans 2 litres de liqueur, ainsi qu'un équivalent des sels correspondants, séparément :

	cal		cal
KCl + HCl..........	−0,03	$AzO^6K + AzO^6H$. ...	+0,01
NaCl + HCl..........	−0,03	$AzO^6Na + AzO^6H$.....	−0,04
AmCl + HCl..........	−0,04	$AzO^6Am + AzO^6H$.....	+0,02

» Tous ces nombres sont du même ordre de grandeur que l'action de l'eau sur les acides ou sur les sels isolés, et ne surpassent guère les erreurs des expériences. Il n'existe donc aucun indice thermique de l'existence des sels acides dissous que pourraient former les acides monobasiques.

» 3. Venons aux acides bibasiques, tels que les acides sulfurique et oxalique :

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVII, p. 433.

	cal	
$SO^4K + SO^4H$......	$-1,04$	Résultats conformes aux observations de Graham et à celles de M. Thomsen.
$SO^4Na + SO^4H$......	$-1,05$	
$SO^4Am + SO^4H$......	$-0,93$	
$\frac{1}{2} C^4Na^2O^8 + \frac{1}{2} C^4H^2O^8$..	$-0,42$	

» Ces chiffres, et surtout la presque identité des nombres obtenus avec trois bases différentes, indiquent l'existence d'une réaction spéciale entre les acides bibasiques et leurs sels neutres. Pour l'étudier, faisons varier les proportions relatives des composants.

» 1° Soit un bisulfate alcalin dissous (1 équiv. = 2 lit.); ajoutons plusieurs équivalents successifs d'acide sulfurique étendu (1 équiv. = 1 lit.) :

$SO^4K(87^{gr} = 1^{lit}) + SO^4H(49^{gr} = 1^{lit})$..........	$-1,23$
» $+ 2SO^4H$ »	$-1,59$
» $+ 5SO^4H$ »	$-1,84$
» $+ 10SO^4H$ »	$-1,90$

On voit qu'il se produit de nouvelles absorptions de chaleur, croissant avec la proportion d'acide, et qui tendent vers une limite voisine de $-2,0$ pour la réaction rapportée au sulfate neutre; ce chiffre peut être regardé comme correspondant à une transformation presque intégrale du sulfate neutre en bisulfate réel dans la liqueur.

» Mêmes conclusions pour le bioxalate de soude :

$C^4Na^2O^8(33^{gr},5 = 1^{lit}) + C^4H^2O^8(22^{gr},5 = 1^{lit})$..........	$-0,39 \times 2$
» $+ 2C^4H^2O^8$ »	$-0,49 \times 2$
» $+ 4C^4H^2O^8$ »	$-0,57 \times 2$

» La transformation de l'oxalate neutre en bioxalate tend vers la limite $-0,6$.

» 2° Au bisulfate dissous ajoutons plusieurs équivalents successifs du sulfate neutre, également dissous (1 équiv. = 1 lit.) :

$SO^4H(49^{gr} = 1^{lit}) + SO^4K(87^{gr} = 1^{lit})$..........	$-1,26$
» $+ 2SO^4K$ »	$-1,70$
» $+ 5SO^4K$ »	$-1,99$
» $+ 10SO^4K$ »	$-2,20$

» On voit qu'il se produit encore de nouvelles absorptions de chaleur, croissant avec la proportion du sel neutre, à peu près suivant la même progression que dans la série précédente, et qui tendent également vers une limite voisine de $-2,0$ pour la réaction rapportée à 1 équivalent d'acide sulfurique : c'est encore le même chiffre approximatif pour la transformation intégrale de cet acide en bisulfate réel dans la liqueur.

» Mêmes conclusions pour le bioxalate de soude :

$C^4H^2O^8(22^{gr},5 = 1^{lit})$	$+ C^4Na^2O^8(33^{gr},5 = 1^{lit})$	....	$-0,44 \times 2$
»	$+ 2C^4Na^2O^8$ »	....	$-0,53 \times 2$
»	$+ 4C^4Na^2O^8$ »	....	$-0,62 \times 2$

» La transformation intégrale de l'acide oxalique en bioxalate tend encore vers la limite — 0,6.

» Remarquons enfin que ces valeurs limites sont telles, que la combinaison d'un équivalent de potasse avec un grand nombre d'équivalents d'acide sulfurique dégage 15,7 — 2,0 = 13,7, c'est-à-dire la même quantité de chaleur qu'un équivalent de la même base unie avec les acides monobasiques, chlorhydrique et azotique. De même pour 1 équivalent de soude uni avec un grand nombre d'équivalents d'acide oxalique : 14,3 — 0,6 = 13,7. J'aurai occasion de revenir bientôt sur ces observations.

» 3° Faisons varier maintenant la proportion de l'eau :

SO^4K (1 équiv. = 1 lit.) +	SO^4H (1 équiv. = 1 lit.)	....	$-1,23$ cal
(1 équiv. = 2 lit.) +	(1 équiv. = 2 lit.)	....	$-1,04$
(1 équiv. = 4 lit.) +	(1 équiv. = 4 lit.)	....	$-0,98$
(1 équiv. = 10 lit.) +	(1 équiv. = 10 lit.)	....	$-0,80$ environ.

» L'absorption de chaleur est d'autant moindre que la liqueur est plus étendue; en admettant qu'elle réponde à la formation d'une certaine quantité de bisulfate, on voit que la proportion de ce sel est d'autant moindre que la quantité d'eau est plus considérable, tandis que la proportion de l'acide libre et celle du sel neutre croissent en sens inverse. Si l'on admet le chiffre — 2,0 comme représentant une combinaison intégrale, 1 équivalent de bisulfate dissous dans 2 litres de liqueur serait décomposé au tiers environ; dans 20 litres, un peu plus de moitié.

» C'est en raison de cette décomposition progressive que la solution du bisulfate de potasse dégage de la chaleur lorsqu'on l'étend d'eau, contrairement à ce qui se passe d'ordinaire pour les solutions des sels neutres et stables (1). Par exemple, une solution renfermant 40 grammes de sel au litre, lorsqu'on l'étend avec son volume d'eau, dégage, pour 1 équivalent, + 0,33; tandis que la dilution semblable des solutions équivalentes de sulfate de potasse et d'acide sulfurique, prises séparément, ne dégage qu'une quantité totale voisine de + 0,06.

» La décomposition partielle du bisulfate de potasse dissous en acide

---

(1) M. Marignac a observé le même fait pour les solutions de bisulfate de soude.

libre et sulfate de potasse, est encore attestée par cette circonstance que les solutions de bisulfate, faites à chaud, déposent pendant le refroidissement du sulfate neutre cristallisé, dépôt qui peut être prévenu sans autre changement que l'addition d'un excès d'acide sulfurique; ce qui prouve qu'il n'est pas déterminé uniquement par le fait que le sulfate de potasse est le moins soluble parmi les corps dont la formation est possible *à priori*.

» Tous ces faits concourent à établir qu'il existe entre l'eau et le sel acide formé par un acide bibasique d'une part, l'acide lui-même et le sel neutre d'autre part, un certain équilibre, en vertu duquel les quatre corps coexistent dans les dissolutions. La nature de cet équilibre dépend des proportions relatives des quatre composants, au même titre que pour les éthers, les alcoolates alcalins, les sels formés par les acides faibles, etc., etc. : ce sont toujours les mêmes lois générales de statique chimique.

» Ces relations étant établies, il s'agit d'expliquer pourquoi la formation d'un bisulfate en dissolution se traduit par une absorption de chaleur. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la théorie de l'explosion des composés détonants.* Note de **MM. P. Champion** et **H. Pellet**.

« Dans ses remarquables travaux sur le coton poudre comprimé et la nitroglycérine, M. Abel (1) a émis l'hypothèse que l'explosion des composés détonants ne pourrait avoir lieu qu'à la condition d'exciter dans ces composés une action mécanique d'une espèce particulière, dépendant de leurs propriétés et de leur constitution. D'après cette théorie, la chaleur développée par l'explosion de l'amorce ne peut suffire à produire le changement moléculaire nécessaire à la décomposition instantanée. M. Abel a, du reste, appuyé cette théorie sur un certain nombre de faits probants.

» Il nous a paru utile d'aller plus loin dans cette voie, et de démontrer, par des expériences directes, que la chaleur et le choc des gaz n'interviennent pas dans cette action, à moins de cas spéciaux, dans lesquels ces influences provoquent elles-mêmes un mouvement vibratoire qu'on peut obtenir par d'autres moyens.

» *Première expérience.* — On réunit, au moyen d'une bande de papier, deux tubes de verre vert ayant une longueur totale de $2^m,40$ et un diamètre intérieur de 13 millimètres; on introduit dans chaque extrémité environ $0^{gr},03$ d'iodure d'azote, placé dans une nacelle en papier. L'explosion provoquée d'un côté par frottement ou à l'aide d'un fil de fer chauffé détermine im-

(1) *Annales de Chimie et de Physique.*

médiatement celle de l'iodure placé à l'autre extrémité. En augmentant progressivement la longueur du tube, nous avons pu obtenir la détonation à 7 mètres de distance, pour le même poids d'iodure d'azote.

» M. Barbe, dans son ouvrage sur la dynamite (1), signale une expérience analogue faite par lui avec la dynamite, mais dans laquelle il attribue l'explosion à la pression de l'air causée par l'expansion du gaz. Il y avait à vérifier si le choc de l'air n'intervenait pas dans ce résultat.

» Dans ce but, on plaça dans le tube, à 50 centimètres d'une des extrémités, un petit pendule formé d'une balle de sureau suspendue à un fil de cocon et on fit détoner la parcelle d'iodure la plus éloignée. La légère secousse imprimée au pendule fut la même que celle qu'on obtenait en soufflant dans le tube avec la bouche. En diminuant la proportion d'iodure, on peut même éviter que le pendule ne vienne frapper la paroi supérieure du tube au moment où l'explosion a lieu.

» Si, dans cette expérience, on vient à séparer les deux tubes par un intervalle de 5 à 6 millimètres, l'explosion par influence ne se manifeste plus, à moins d'augmenter beaucoup la proportion du composé explosif. Il n'est pas nécessaire d'introduire dans le tube l'iodure qu'on fait détoner directement. Une goutte de nitroglycérine, quelques centigrammes de fulminate de mercure ou de nitroérythrite, placés sur une enclume devant l'ouverture du tube, et dont on déterminait l'explosion au moyen du choc, ont eu le même résultat sur l'iodure.

» *Deuxième expérience.* — On a placé l'iodure d'azote humide sur les cordes d'une contre-basse, en le maintenant avec un fragment de baudruche (2); une fois que l'iodure eut atteint le degré de siccité nécessaire, on a fait vibrer les cordes au moyen de l'archet. Dans aucun cas, l'iodure placé sur les deux cordes les plus basses n'a détoné. Quant à celui qui était disposé sur la corde fournissant le son le plus élevé, il suffisait en général d'un coup d'archet pour provoquer son explosion (3).

» Si l'on détend la corde précédente, jusqu'à lui faire donner le *si* naturel, aucun effet ne se produit sous l'influence des vibrations; mais vient-on à

---

(1) *La Dynamite*, par P. Barbe, p. 42.

(2) L'emploi de substances adhésives, telles que la gomme, mélangées à l'iodure, nous a paru diminuer sa sensibilité.

(3) L'iodure qui a servi à nos essais a été préparé en triturant, pendant quelques minutes, 1 gramme d'iode avec 10 centimètres cubes d'ammoniaque. L'iodure, lavé à plusieurs reprises, est séché à l'ombre. En modifiant ces conditions, nous avons obtenu des composés plus ou moins sensibles. L'iodure d'azote préparé à l'aide d'une solution alcoolique d'iode n'est pas doué d'une sensibilité suffisante pour se prêter à ces expériences.

élever le son de quelques notes, immédiatement la détonation a lieu. On peut donc déduire de là une limite inférieure du nombre de vibrations nécessaires; ce nombre, d'après nos calculs, est d'environ 60. On peut aussi, en accordant à l'unisson les deux cordes les plus éloignées, déterminer par les vibrations de la plus basse l'explosion de l'iodure placé sur l'autre.

» L'essai sur les cordes basses demande quelques précautions. Si la baudruche n'a pas été tendue suffisamment à l'état humide, l'iodure qui, par la dessiccation, se réduit de volume, peut ballotter entre la membrane et la corde, et finir par détoner sous l'influence des chocs produits par la vibration de la corde; mais dans ce cas, d'ailleurs fort rare, les vibrations doivent être prolongées un certain temps. Il ne nous a pas été possible de déterminer une limite supérieure. Les mêmes expériences, faites à l'aide d'un violon et d'un alto, avec le concours habile de M. Grenier, ont toujours amené la détonation de l'iodure, même en plaçant ce dernier sur les parties des cordes qui relient le chevalet à la caisse du violon; le son le plus aigu, pourvu qu'il ait une intensité suffisante, provoque toujours la détonation.

» Nous n'avions pas ici à tenir compte de la position des nœuds et des ventres : leur influence est détruite par l'amplitude qu'il faut donner aux vibrations pour produire l'explosion avec les cordes basses.

» *Troisième expérience.* — Les vibrations produites par les plaques métalliques paraissent agir comme celles des instruments à corde.

» L'essai suivant a été fait avec deux tam-tams chinois : l'un d'un diamètre de 56 centimètres, et rendant des sons très-graves; l'autre d'un diamètre de 47 centimètres, et fournissant des sons plus élevés et métalliques. Sur chacun d'eux, on a placé de l'iodure d'azote, assujetti par une membrane, au centre, sur la circonférence et sur une partie intermédiaire. L'instrument a été mis en vibration à l'aide d'un tampon analogue à celui dont se servent les Chinois. L'instrument qui rendait les sons les plus graves n'a pas influencé l'iodure, tandis que l'autre provoquait l'explosion quand les vibrations avaient acquis l'amplitude suffisante.

» *Quatrième expérience.* — Soient deux miroirs paraboliques, d'un diamètre de 50 centimètres et séparés l'un de l'autre par un intervalle de $2^m,50$. A l'un des foyers, on dispose en regard du miroir un fragment de papier, sur lequel on a placé quelques centigrammes d'iodure d'azote, retenu par un morceau de baudruche. Entre les deux miroirs, on interpose un papier analogue, servant de témoin, et on fait détoner à l'autre foyer une forte goutte de nitroglycérine; on obtient ainsi l'explosion de l'iodure placé au foyer, sans que le témoin soit influencé. On peut faire la même

expérience avec une quantité très-faible de nitroglycérine, en remplaçant le papier sur lequel on dispose l'iodure par une membrane tendue sur une fenêtre de 2 à 3 centimètres de côté, pratiquée dans un morceau de carton. On recouvre le composé explosif avec un fragment de baudruche humide qui, par la dessiccation, emprisonne étroitement l'iodure et prévient les chocs auxquels il pourrait être soumis par la vibration de la membrane. On augmente ainsi de beaucoup la sensibilité de l'appareil, à tel point que, si l'on dépasse la quantité de nitroglycérine nécessaire, le témoin fait explosion.

» On peut remplacer la nitroglycérine par du fulminate de mercure ou par une petite charge de poudre introduite dans une arme, et à laquelle on met le feu directement. On peut obtenir le même résultat avec l'iodure d'azote, à la condition de faire détoner environ 1 gramme de ce composé. Nous avons employé de préférence la nitroglycérine, à cause des inconvénients moindres qu'elle présente.

» Dans ces expériences, on pourrait supposer que la chaleur produite par la détonation de la nitroglycérine, concentrée à l'autre foyer, suffit pour déterminer celle de l'iodure d'azote.

» D'après le Mémoire de M. Berthelot (1), 1 kilogramme de nitroglycérine détonant dans un espace confiné fournit 19 700 000 calories, tandis que la poudre brûlant à l'air libre ne donne que 644 000 calories. La quantité de nitroglycérine nécessaire pour produire la détonation de l'iodure d'azote, dans les conditions où nous nous étions placés, est de $0^{gr},03$, et représente 591 calories (en admettant que la détonation par le choc corresponde à celle qui se produit dans un espace confiné.)

» La quantité de poudre pouvant fournir le même nombre de calories est de $0^{gr},9$. On a donc essayé de faire brûler 1 gramme de poudre de chasse à l'un des foyers des miroirs. Le résultat a été négatif, et il a fallu employer de 8 à 10 grammes de poudre pour produire la chaleur nécessaire à l'explosion de l'iodure d'azote placé à l'autre foyer.

» On doit avoir soin d'enflammer la poudre un peu au-dessous du foyer du réflecteur; sans cette précaution, on perd une notable quantité de la chaleur produite, et l'explosion de l'iodure devient incertaine.

» Nous avons pu, du reste, arriver aux mêmes conclusions, quant à l'influence de la chaleur, en disposant l'expérience précédente comme il suit :

» Les deux miroirs, placés à la même distance, ont été soigneusement

(1) *Comptes rendus*, 2e semestre 1870, n° 21, p. 716.

recouverts de noir de fumée. A l'un des foyers, on a placé l'iodure d'azote, et à l'autre 10 grammes de poudre qu'on a enflammée directement. Le résultat a été négatif, la surface noircie absorbant la plus grande partie de la chaleur développée. En remplaçant la poudre par $0^{gr},03$ de nitroglycérine, la détonation de l'iodure se produit encore régulièrement, sans paraître influencée par les surfaces noircies. Si, du reste, on vient à enlever le noir de fumée et à polir les miroirs, la même quantité de poudre amène dans tous les cas l'explosion de l'iodure.

» Des expériences que nous venons de citer, nous pensons qu'on peut déduire que l'explosion des composés détonants doit être attribuée à un mouvement vibratoire particulier, qui varie avec leur constitution et leurs propriétés, et qui peut agir indépendamment de la chaleur et du choc des gaz produits par l'explosion de l'amorce.

» Nous devons aux conseils bienveillants de M. Guillemin d'avoir choisi, parmi la série nombreuse des composés explosifs, l'iodure d'azote, qui, par sa sensibilité, se prête aisément à ces expériences délicates. »

CHIMIE. — *Préparation de l'ozone, au moyen d'un nouveau mode de production des effluves électriques; par* **M. A. Boillot.**

« J'ai réussi à obtenir des effluves électriques, sans production d'étincelles (condition essentielle à réaliser dans les expériences de M. A. Thenard), en employant le charbon comme corps conducteur de l'électricité.

» J'ai opéré avec un premier tube de 14 millimètres de diamètre intérieur et de 32 centimètres de longueur. La surface extérieure a été recouverte, sur 29 centimètres de longueur, avec du coke pulvérisé, rendu adhérent au moyen d'une légère couche de gélatine. Un autre tube de 8 millimètres de diamètre, long de 29 centimètres et fermé à la lampe aux deux extrémités, a été également recouvert de poussière de coke par le même moyen, de telle façon qu'il formait un cylindre de charbon, pouvant entrer complétement dans le premier tube, tout en laissant entre lui et celui-ci assez d'espace pour permettre le passage d'un courant d'oxygène, dont on pouvait modérer la lenteur à volonté.

» Les deux tubes étant ainsi mis l'un dans l'autre, on a fait communiquer l'une des surfaces cylindriques de charbon avec l'un des pôles d'une bobine d'induction, et l'autre surface charbonneuse avec l'autre pôle de la même bobine, au moyen de fils de platine ou de fils métalliques recouverts de charbon conducteur. Un manchon en verre enveloppait les tubes et les isolait.

» Le courant électrique a été fourni par quatre éléments moyens de Bunsen. Pendant plusieurs heures qu'a duré l'expérience, la production des effluves électriques n'a pas discontinué, et, après son passage dans l'appareil, l'oxygène recueilli nous a donné de l'ozone en quantité beaucoup plus considérable qu'avec les procédés ordinaires.

» Nous ne doutons pas que le charbon de cornue, employé pour obtenir la lumière électrique, ne puisse remplacer le coke avec avantage, soit en l'utilisant de la même manière, soit en le prenant sous forme de baguettes.

» En prenant un tube de 3 centimètres de diamètre, nous avons pu recouvrir sa surface interne de poussière de coke et introduire un cylindre de charbon dans son intérieur. Nous avons ainsi obtenu un anneau cylindrique gazeux formé par un courant d'oxygène électrisé, et dont les surfaces étaient en charbon. Si, dans cette circonstance, nous n'avons pas obtenu entièrement le résultat que nous attendions, nous l'attribuons à des défauts dans les détails de l'appareil, défauts que nous ferons disparaître. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les expériences de M.* O. Liebreich *tendant à démontrer que la strychnine est l'antidote du chloral.* Note de **M. Oré**, présentée par M. Cl. Bernard.

« J'ai démontré, dans mes trois Notes précédentes (*Comptes rendus*, 10 et 24 juin, 1er juillet 1872), que les expériences de M. O. Liebreich, tendant à établir que la strychnine est l'antidote du chloral, reposent sur une donnée expérimentale défectueuse ; que les effets produits par une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral, dose mortelle pour les lapins pesant 2 kilogrammes, ne peuvent être enrayés par des injections hypodermiques de 1 ½, 2, 3, 4, 5 milligrammes de strychnine. J'en ai conclu que *la strychnine n'était pas l'antidote du chloral.*

» Les recherches qui font l'objet de cette quatrième Note ajouteront une preuve nouvelle et décisive à cette démonstration.

» De nombreuses expériences, que je soumettrai prochainement au jugement de l'Académie, m'ont appris : 1° que la strychnine, *introduite directement dans les veines*, manifeste *instantanément* son action par des crises convulsives, caractéristiques, qui se terminent en quelques minutes par la mort, si la dose de l'alcaloïde est suffisamment élevée ; 2° que les quantités de cette substance nécessaires pour amener ce résultat sont toujours moindres lorsqu'on remplace, pour son introduction dans l'organisme, la voie hypodermique par la voie veineuse.

» Il en résulte qu'opposer aux phénomènes produits par le chloral l'action de la strychnine *injectée dans l'appareil circulatoire*, c'était peut-être fournir un appui à la thèse soutenue par M. O. Liebreich. Je n'ai cependant pas hésité à placer l'expérimentation sur ce terrain. Connaissant déjà la dose de chloral (4 grammes) qui est mortelle pour des lapins du poids de 2 kilogrammes, j'ai cherché quelle est la dose de strychnine qui, chez les mêmes animaux et dans des conditions de poids identiques, devient également mortelle.

» *Première expérience.* — Lapin pesant 1950 grammes. Injection intraveineuse d'un *demi*-milligramme de strychnine. Aussitôt l'animal est pris de mouvements tétaniques, trismus, opisthotonos, avec contracture des quatre membres. Cette crise dure deux minutes ; elle est suivie d'un relâchement musculaire de courte durée, car de nouvelles convulsions se succèdent, en laissant entre elles des intervalles rapprochés, pendant un quart d'heure environ. Alors le lapin fait des efforts pour se relever sur ses pattes. Il n'y parvient pas sans éprouver quelques mouvements convulsifs passagers. Finalement, l'animal survit.

» Donc un *demi*-milligramme de strychnine injecté dans les veines détermine un tétanos strychnique instantané, mais non mortel.

» *Deuxième expérience.* — Lapin pesant 2 kilogrammes. Injection, dans la veine crurale droite, d'*un* milligramme de strychnine. Immédiatement, crise de tétanos strychnique qui a duré, d'une manière continue, pendant trois minutes, après lesquelles l'animal a succombé.

» *Conclusion.* — Une injection *intraveineuse* d'un milligramme de strychnine détermine immédiatement l'apparition des effets de cette substance, qui occasionne rapidement la mort chez les lapins du poids de 2 kilogrammes. Ce fait établi, j'ai commencé par essayer de combattre l'intoxication produite par l'injection hypodermique de 4 grammes de chloral (dose mortelle) à l'aide d'une injection intraveineuse d'un milligramme de strychnine (dose mortelle).

» *Troisième expérience.* — Lapin pesant $2^k,200$. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral faite à 2^h45^m. Apparition des phénomènes caractéristiques du chloral à $2^h,53^m$. *Alors*, injection dans la veine crurale droite d'un milligramme de strychnine.

» 2^h58^m. Sommeil profond, relâchement musculaire complet, affaiblissement de la sensibilité. *Aucun phénomène strychnique spontané ne s'est encore montré.* Toutefois, quand on soulève l'animal et qu'on le laisse tomber, il se manifeste une convulsion générale qui cesse aussitôt.

» 3^h10^m. Le sommeil continue, l'insensibilité est presque complète ; le bruit fait près de l'animal, par un coup violent sur la table où il est étendu, ne détermine aucune contraction.

» 6^h55^m. Même état : *pas le plus léger symptôme d'intoxication strychnique.* Le sommeil est profond, l'insensibilité absolue, ainsi que l'immobilité. Respiration très-lente (12) ; température, 32 degrés.

» L'animal succombe à 9^h30^m du soir.

» Il résulte de cette expérience qu'une injection intraveineuse d'un milligramme de strychnine, si rapidement mortelle lorsque la substance est introduite, *seule*, dans l'appareil circulatoire, n'a même pas manifesté sa présence chez un lapin placé déjà sous l'influence d'une dose mortelle de chloral.

» *Quatrième expérience.* — Lapin pesant 1900 grammes. $5^h 2^m$, injection hypodermique de 4 grammes de chloral. $5^h 13^m$, apparition des phénomènes du chloral. A ce moment, injection dans la veine crurale gauche de $2\frac{1}{2}$ milligrammes de strychnine.

» Aussitôt l'injection faite, l'animal a eu, dans l'espace de cinq minutes, *quatre* crises tétaniques bien tranchées; puis, il est retombé dans le relâchement musculaire, l'insensibilité presque absolue, le sommeil.

» $5^h 22^m$. Les crises tétaniques sont arrêtées. Respiration précipitée (114); température, 37 degrés.

» $5^h 38^m$. Sommeil profond, respiration précipitée, quoique descendue à 80 degrés. Un coup sur la table détermine à peine quelques mouvements convulsifs. Relâchement musculaire.

» 10 heures du soir. Même état. La sensibilité est presque entièrement abolie. Respiration moins accélérée (56); température, 37 degrés.

» Le lendemain, à 10 heures du matin, l'animal dort toujours. Respiration plus calme (39). Résolution musculaire aussi complète que possible. La sensibilité paraît un peu revenue. Si l'on pince, en effet, les oreilles, l'animal se réveille, fait entendre quelques cris et exécute quelques mouvements avec la tête; température, 32 degrés.

» $1^h 50^m$. Respiration (22); température, 30 degrés. Le sommeil continue.

» L'animal succombe à 5 heures du soir.

» Cette expérience, commencée la veille, à $2^h 45^m$, *a donc duré vingt-six heures.* Bien que le lapin soit mort en présentant tous les symptômes de l'intoxication chloralique, il est possible cependant que la dose élevée de $2\frac{1}{2}$ milligrammes de strychnine ait pu contribuer à retarder cette terminaison.

» *Cinquième expérience.* — Lapin pesant 1800 grammes. $10^h 18^m$ du matin. Injection sous-cutanée de 6 grammes de chloral; $10^h 28^m$, apparition des phénomènes chloraliques. J'injecte alors 3 milligrammes de strychnine dans la veine crurale droite.

» Convulsion strychnique immédiate, qui a duré une minute. Depuis ce moment :

» $10^h 32^m$ jusqu'à $10^h 36^m$, sept crises tétaniques, séparées par des intervalles de quelques secondes.

» $10^h 37^m$. Les crises cessent; le relâchement musculaire redevient complet. Lorsqu'on soulève l'animal et qu'il retombe sur la table il a encore des mouvements convulsifs généraux, qui cessent aussitôt. Sommeil; abolition notable de la sensibilité.

» 5 heures du soir. Respiration lente (12); température, 32 degrés.

» 10 heures. Respiration (12); température, 30 degrés; insensibilité absolue. L'animal succombe quelques instants après. Il a vécu pendant douze heures après l'injection du chloral.

» *Sixième expérience.* — Lapin pesant 1850 grammes. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral, combattue par une injection intraveineuse de 5 *milligrammes de strychnine.*

» L'animal a eu aussitôt des crises tétaniques extrêmement violentes, qui n'ont pas discon-

tinué pendant vingt minutes. Les phénomènes du chloral se sont alors manifestés de nouveau, interrompus de loin en loin par quelques convulsions.

» Après *deux heures*, respiration calme, mais lente; sommeil profond. Tous les symptômes strychniques ont cessé. Toutefois, on observe de la roideur dans le train postérieur.

» L'animal succombe à ce moment.

» *Septième expérience*. — Lapin pesant 1800 grammes, ayant reçu une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral. Injection dans la veine crurale droite de 7 ½ milligrammes de strychnine. Immédiatement, crise tétanique, qui dure vingt minutes, avec des intermittences rapides.

» Pendant les treize minutes suivantes, l'animal a eu des alternatives de relâchement musculaires et des convulsions, mais il a succombé *après une crise tétanique bien caractérisée*.

» *Huitième expérience*. — Faite dans les mêmes conditions que les précédentes, avec cette différence que la dose de strychnine injectée dans la veine crurale a été de 1 centigramme.

» L'injection de strychnine avait été faite à $2^h 55^m$. L'animal a succombé à un tétanos strychnique foudroyant.

» *Conclusions*. — 1° Non-seulement l'injection *intraveineuse* de 1 milligramme de strychnine (dose mortelle pour un lapin de 2 kilogrammes) n'empêche pas l'animal, placé sous l'influence toxique de 4 grammes de chloral, de succomber, mais la présence de l'alcaloïde ne se manifeste par aucun phénomène spontané caractéristique.

» 2° L'injection *intraveineuse* de 2 ½ milligrammes de strychnine occasionne des convulsions spontanées, bien caractérisées. Elle a semblé, dans un cas, retarder la mort de l'animal, sans l'empêcher, car il a succombé en présentant tous les phénomènes de l'intoxication par le chloral.

» 3° A mesure que l'on augmente la dose de strychnine (3^{gr},45), la mort arrive avec une rapidité qui va toujours croissant, et les propriétés de cette substance semblent s'accentuer de plus en plus.

» 4° Si l'on augmente encore les doses (7 ½ milligrammes 1 centième), l'action du chloral est alors *complétement effacée*, et l'animal meurt par la strychnine. *L'antidote devient ainsi agent toxique*.

» 5° Que l'on combatte les effets du chloral, administré à dose mortelle, à l'aide de la strychnine introduite par la voie hypodermique ou par la voie intraveineuse, l'animal succombe toujours : le plus souvent par suite de l'action de la première substance, quelquefois cependant par suite de la deuxième (*expériences* 7 *et* 8).

» 6° La strychnine n'est donc pas l'antidote du chloral. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les propriétés physiologiques de l'acide quinique; réduction du perchlorure de fer dans l'organisme.* Note de **M. Rabuteau**, présentée par M. Ch. Robin.

« I. Après l'opium, le quinquina est l'un des agents thérapeutiques qui intéressent le plus la Médecine. C'est pourquoi j'ai cru devoir entreprendre une étude des divers principes immédiats que ce médicament renferme. J'exposerai d'abord ce que j'ai appris de l'acide quinique.

» On sait que cet acide, qui est solide et possède une saveur rappelant celle des acides végétaux, tels que les acides tartrique et citrique, existe en quantité notable dans le quinquina, où l'on admet qu'il est combiné avec la quinine, la cinchonine et la chaux. J'ai préparé du quinate de soude et du quinate de potasse en dissolvant l'acide quinique dans les bicarbonates de ces deux bases, et j'ai fait avec les deux sels neutres, déliquescents et insipides, obtenus de cette manière, diverses expériences dont je citerai les suivantes :

» J'ai injecté dans les veines, chez un chien, 5 grammes de quinate de soude dissous dans 40 grammes d'eau. L'animal n'a rien éprouvé de cette opération, si ce n'est une constipation assez remarquable. Les urines sont devenues neutres et même légèrement alcalines, d'acides qu'elles étaient auparavant.

» J'ai pris moi-même 2 grammes de quinate de potasse dans 50 grammes d'eau; la saveur de la solution était complétement nulle. Je n'ai obsnrvé aucun symptôme. Mes urines ne sont pas devenues alcalines, sans doute parce que le sel avait été ingéré à trop faible dose, mais leur acidité a diminué.

» Une solution aqueuse d'acide quinique, introduite dans l'estomac, ne produit non plus rien de particulier. On pourrait préparer avec cet acide une limonade aussi agréable que les limonades tartrique et citrique.

» Il résulte de ces premières recherches : 1° que l'acide quinique est inoffensif; 2° qu'il se comporte comme presque tous les acides végétaux ordinaires, c'est-à-dire qu'il est brûlé dans l'organisme, les quinates alcalins se transformant en bicarbonates alcalins, qui ont la propriété de rendre les urines alcalines lorsqu'ils sont administrés à des doses suffisantes, par exemple à celles de 5 à 6 grammes au moins par jour. Le quinate de soude produisant la constipation après son injection dans le torrent circulatoire, on peut conclure qu'introduit dans le tube digestif en quantité suffisante il déterminerait des effets purgatifs, d'après cette règle générale que les purgatifs salins constipent lorsqu'ils ont été injectés dans le sang.

» Les quinates alcalins étant dénués de saveur, j'ai voulu m'assurer si le quinate de quinine serait moins sapide que chacun des sulfates de quinine. Il n'en est rien; ce sel est amer comme les autres sels de cette base.

» En résumé, l'acide quinique est un principe inoffensif et sans doute inactif dans le quinquina, comme l'acide méconique dans l'opium.

» II. Dans une Note adressée à l'Académie le 11 décembre dernier, j'ai simplement énoncé ce fait : que le perchlorure de fer se réduisait au contact des matières albuminoïdes et de diverses substances organiques, et que cette réduction s'opérait dans l'organisme.

» Depuis, j'ai continué mes recherches, et j'ai vu que les matières organiques les plus diverses : le bois, le papier, etc., ramènent le perchlorure de fer à l'état de protochlorure, et cela en présence de l'oxygène de l'air. Les matières animales produisent beaucoup plus facilement cette réduction, comme on peut s'en assurer en versant quelques gouttes d'une solution de ferricyanure de potassium dans de l'eau additionnée de perchlorure de fer et mise en contact avec ces matières; on obtient une coloration bleue. De même, lorsqu'on a déposé une solution de perchlorure de fer sur la main, la langue, sous la peau d'une grenouille, si l'on ajoute ensuite du ferricyanure de potassium, on voit les points touchés bleuir par suite de la formation de bleu Turnbull. C'est en voyant mes mains devenir toutes bleues, après avoir manié les deux sels en question, que mon attention a été attirée sur ce sujet.

» Une objection se présente ici. Wöhler a démontré, vers 1824, que le ferricyanure de potassium se transforme en ferrocyanure dans l'organisme; par conséquent on peut dire que ce n'est pas le perchlorure qui est réduit, mais le ferricyanure qui est transformé en ferrocyanure, d'où résulterait une coloration bleue due alors, non au bleu Turnbull, mais au bleu de Prusse. Cette objection tombe nécessairement, si l'on remarque qu'il faut toujours quelques minutes pour qu'un mélange de perchlorure de fer et de ferricyanure de potassium prenne une coloration bleue au contact des matières organiques, tandis que cette coloration apparaît *immédiatement*, si l'on dépose le ferricyanure à l'endroit où avait été déposé préalablement du perchlorure de fer, par exemple sur la main, pendant trois ou quatre minutes.

» Cette réduction du perchlorure de fer présente un intérêt pratique. Quand on ingère des eaux ferrugineuses contenant du sesquioxyde de fer, par exemple une eau où l'on a éteint un fer rouge, comme on le faisait dès l'antiquité la plus reculée pour guérir divers états morbides où le fer est

aujourd'hui reconnu efficace, il se forme du perchlorure de fer dans l'estomac au contact de l'acide chlorhydrique du suc gastrique, puis ce sel se transforme en *protochlorure de fer*, substance qu'on a prise ainsi bien des siècles sans le savoir, et qui est le médicament et l'aliment ferrugineux normal. La teinture de Bettuchef, qu'on employait autrefois, agissait d'une manière aujourd'hui expliquée. Quand on a injecté du perchlorure de fer dans une veine variqueuse pour l'oblitérer, il se forme un cordon qui est dû à la coagulation du sang déterminée par ce sel; mais ce cordon disparaît peu à peu, parce que le perchlorure se transforme peu à peu en protochlorure de fer, qui n'a pas la propriété de coaguler le sang, mais qui en empêche même la coagulation, comme je l'ai démontré directement en l'injectant dans les veines chez les animaux (1). »

GÉOLOGIE. — *Sur l'éruption d'avril 1872, au Vésuve.* Extrait d'une Lettre de **M. Diego Franco** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Naples, 15 juillet 1872.

» Je vous ai adressé, il y a déjà six mois, la description des phases éruptives de 1871 (2); maintenant, pour compléter l'histoire de la période 71-72, je me bornerai à vous indiquer ce qui me paraît le plus intéressant dans les faits observés par moi.

» L'éruption de 1871 se terminait en novembre. Vers le 15 janvier 1872, le cône principal et le cône marginal de 1871 rentrèrent dans la phase strombolienne : détonations sourdes et pierres incandescentes lancées en l'air. Dans les mois de février et de mars, se produisirent quelques petites

(1) Ce résultat a paru extraordinaire d'abord; mais j'ai appris depuis que, dès 1839, Black avait déjà dit que les sels ferreux ne coagulaient pas le sang. Mes expériences ont donc remis en lumière un fait oublié. Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de M. le professeur Ch. Robin.

(2) Cette communication sera faite à une prochaine séance. Nous avons préféré aujourd'hui donner ce qui est relatif à l'éruption actuelle, que M. Diego Franco, aide du professeur Palmieri à l'Observatoire, a seul suivie d'une manière constante. On verra que le présent document vient très-bien compléter ce qui a été dit jusqu'ici par MM. Palmieri, Guiscardi, de Verneuil et de Saussure. Dans la matinée du 26 avril, et successivement, s'ouvrirent, vers l'ouest, les bouches qui ont versé une coulée du côté de Resina ; au sud-ouest, celles qui ont donné le courant passant entre les Camaldoli et Torre del Greco; enfin, au nord et au nord-ouest, celles qui vomirent la grande lave, qui, dans la nuit du 26 au 27, atteignirent les villages de Massa et San Sebastiano. L'histoire générale de l'éruption est donc maintenant connue. (Ch. S.-C. D.)

éruptions intermittentes du cône marginal de 1871, et le mois d'avril commença par une petite éruption continue; la lave, par le grand cône, descendait vers le nord dans l'Atrio del Cavallo. Celle-ci m'a paru être la première phase éruptive de 1872.

» Le 8 avril, il se forma une fissure sur le cône principal, vers le nord, en face du cône marginal de 1871, qui m'a paru être le prolongement de la grande fissure de 1871, et qui donnait par intermittence de la vapeur, du sable et de la lave. Cette fissure, qui s'est considérablement agrandie le 26 avril, a laissé largement ouvert, vers le nord, le cratère principal (de 1867.)

» A partir du 20 avril, l'activité des cratères augmente; le 24, les instruments de l'Observatoire sont très-agités; détonations fortes comme des canonnades; la vapeur des cratères devient abondante et prend une couleur rouge jaune et azur; vers 4 heures de l'après-midi, s'échappe une lave abondante de la cime du cône principal de 1865, vers le sud-sud-ouest; à 6 heures du soir, elle était déjà arrivée au pied de la montagne. A 7 heures, le cône marginal et la fissure dont nous parlons plus haut vomirent également des laves abondantes, de sorte que presque toute la moitié du grand cône, visible de Naples, se trouvait couverte de feu, de la cime à la base.

» Ce sublime spectacle, qui dura toute la nuit, avait disparu le matin du 25. Après cette seconde phase éruptive se produisit l'épouvantable et tragique événement du 26 avril.

Dans la nuit du 25, il y avait à peine un petit courant de lave sous le cône marginal, qui se prolongeait dans l'Atrio, entre les montagnes de Somma, et pour s'en approcher, il fallait faire un long et pénible chemin sur les laves de 1871, vers le nord-ouest. De temps en temps, on observait des détonations sourdes et des blocs incandescents lancés par les cratères.

» Jusqu'à minuit, un grand nombre de curieux accouraient au pied du Vésuve, dans l'Atrio, vers le nord-ouest, pour observer de près les petites éruptions. Vers 1 heure du matin, j'allai me reposer; vers 3^h30^m, je fus éveillé en sursaut par un très-grand bruit : l'Observatoire oscillait d'une manière extraordinaire, et les cris de ceux qui fuyaient en désespérés me firent comprendre l'épouvantable malheur arrivé avec la grande éruption qui se préparait. A 4 heures, j'envoyai à Naples un rapport succinct à M. le Directeur Palmieri.

» Le Vésuve et l'Atrio del Cavallo, couverts de cendres blanches, ne se reconnaissaient plus; on ne distinguait, à ce moment, aucune lave. La force interne, produisant un effet semblable à l'explosion d'une immense chau-

dière à vapeur, avait lancé dans l'Atrio, au nord-nord-ouest, une portion du cône marginal de 1871 avec toute la partie du grand cône jusqu'à la base comprise au-dessous de ce cône marginal vers nord-nord-ouest; il restait seulement la paroi du cône marginal en face de l'Observatoire, se prolongeant jusqu'au bas, en suivant la grande fissure de 1871 et formant comme un grand ravin.

» Une moitié environ du grand cône était fissurée du nord-nord-ouest au sud-sud-ouest en passant par l'ouest; les fissures au nord-nord-ouest et au nord-ouest se prolongeaient jusque sous les pieds des imprudents curieux, dans l'Atrio; une partie fut écrasée par la chute des masses projetées; les autres furent brûlés et asphyxiés par la vapeur d'eau, la cendre et les vapeurs acides. Le nombre des morts est inconnu; celui des blessés, transportés à l'Observatoire, et qui moururent tous, fut de treize ou quatorze. A ces malheureux, je donnai les secours possibles, les aidant aussi à mourir chrétiennement.

» Vers 7 heures du matin, commença la grande éruption. La première bouche qui s'ouvrit fut dans l'Atrio, au nord-ouest; elle fut précédée d'un dégagement extraordinaire de cendres et de vapeurs formant un *pino* immense, qui mit tout le monde en fuite, et je restai seul avec le concierge et un serviteur; alors la lave s'échappa comme un fleuve, et passant devant l'Observatoire, par la *Crocella* et les *Canteroni*, se dirigea vers Resina.

» A 9 heures, il se manifesta une autre bouche d'éruption sur le grand cône, au sud-sud-ouest, vers le bas de l'ancien cratère, dont la lave abondante descendait entre les *Camaldoli* et *Torre del Greco*.

» A 10 heures, après une grande tempête, de continuelles canonnades et des détonations, d'autres bouches s'ouvrirent dans l'Atrio del Cavallo, et la lave, remplissant aussitôt la *Vetrana*, descendit comme un large torrent sur les *Novelle* et sur les villages de *Massa* et *San Sebastiano*. Toute la nuit du 26 au 27, immense incendie, avec accompagnement continu de mugissements terribles du volcan. Après vingt-quatre heures, la lave s'arrêtait, et alors commençaient les projections de cendres et de lapilli, avec accompagnement de tonnerre et d'éclairs à la cime du grand cône. Tous les phénomènes cessèrent graduellement dans les premiers jours de mai.

» Vous connaissez déjà la grande fissure au nord-nord-ouest; dans mon ascension du 5 courant, j'ai constaté en outre, sur le grand cône, vers le sud-sud-ouest, une autre grande fissure très-profonde, et d'une largeur au milieu d'environ 20 mètres, dirigée entre les *Camaldoli* et *Torre del Greco*, et se prolongeant très-bas.

» Les limites du *Compte rendu* m'empêchent de vous parler des bouches d'éruption qui se manifestèrent sur les laves, au-dessous de l'Ermitage, et qui durèrent toute la nuit du 26 au 27 avril, en projetant des cendres, des lapilli et des vapeurs, comme l'indiquent les photographies de M. Meuricoffre. J'ajouterai enfin que, dans mon excursion dans l'Atrio del Cavallo, je constatai, outre les bouches d'éruption, un grand bloc de laves, couché très-loin du pied de la montagne, et ayant ses strates de formation *verticales*, et qui m'a paru être de formation ancienne et appartenir, soit à l'ancien cratère, soit au cratère marginal dont il aurait été détaché le matin du 26 avril, pour être projeté dans l'Atrio. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvel exemple du danger des masses métalliques en temps d'orage*. Note de **M. W. de Fonvielle.** (Extrait par l'auteur.)

« Le coup de foudre qui a frappé le bureau du service international à la gare du Nord, le 18 juillet, à $8^h 22^m$ du matin, ne pouvait être tombé sans quelque raison physique assignable sur un bâtiment très-peu élevé et paraissant devoir être protégé par le vaste édifice qui le précède dans la direction habituelle des orages. Aussi l'auteur n'a-t-il point été surpris de constater que, quelques jours avant l'accident, on avait remisé le long de la maison foudroyée une vingtaine de pièces de fer, pesant ensemble 20 ou 30 quintaux métriques.

» Ces masses métalliques pouvaient être considérées comme faisant partie d'un système de conducteurs commençant à la gare du Nord et finissant à la maison foudroyée. En effet, ces deux édifices sont reliés par une ligne de service, passant précisément à l'endroit où l'on avait déposé les barres de fer. Il était donc probable que la gare aurait été également le théâtre de réactions électriques. L'auteur a, en effet, constaté que la décharge qui seule a été décrite dans les journaux a été accompagnée de plusieurs fulgurations, observées dans cet édifice. Plusieurs personnes ont vu passer une étincelle, ou une boule de feu. Il cite parmi ces témoins M. Napoléon, aiguilleur, MM. Varec, Levêque, etc., etc. La vitesse dont ces flammes étaient animées paraissait immense, mais elle n'était pas suffisante pour que le sens de leur translation cessât d'être visible. Cette lenteur de transport, très-sensible si l'on songe aux vitesses ordinaires de l'électricité, est observée dans tous les cas de tonnerre en boule. L'apparition des lueurs a été, comme toujours, accompagnée de commotions et d'un fracas épouvantable.

» Ce cas instructif de fulguration n'a été suivi d'aucun sinistre. Les seuls dégâts constatés sont la rupture du toit, de quelques planches et d'une chaise située sur la trajectoire de l'étincelle, dans la chambre où la décharge a acquis son énergie maximum. Mais il en aurait été autrement si des matières combustibles ou explosives s'étaient trouvées intercalées. L'auteur profite de cette occasion pour renouveler les remarques qu'il a cru devoir faire, à plusieurs reprises, sur des circonstances analogues, plus fréquentes qu'on ne le croit, et auxquelles on a le tort de ne point faire attention. Il pense qu'il n'y a pas un seul coup de foudre reçu dans une grande ville qui n'eût pu être évité par une application intelligente des principes physiques invoqués par la Commission des paratonnerres, dans son Instruction de 1823. »

M. Élie de Beaumont fait remarquer, à cette occasion, que, l'ancienne Commission des paratonnerres ayant perdu successivement presque tous ses membres, il *serait opportun* de la reconstituer et de lui soumettre l'examen des questions nouvelles que soulève l'emploi, de plus en plus important, du fer dans les constructions.

L'Académie décide que cette Commission sera nommée dans la séance prochaine.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 juillet 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Principes de Géologie ou illustrations de cette science empruntées aux changements modernes de la Terre et de ses habitants; par Sir Charles LYELL, baronnet, ouvrage traduit sur la dernière édition anglaise, entièrement refondue, avec cartes, gravures en taille-douce et figures sur bois; par M. J. GINESTOU. Paris, 1873; 2 vol. in-8°.

Les accidents, secours à donner en cas d'absence de l'homme de l'art, traduit de l'anglais par M. le Dr DELESCHAMPS. Paris, 1872; br. in-12.

Photomicrographie en cent tableaux pour projections, texte explicatif par M. J. GIRARD. Paris, 1872; br. in-12.

Sursaturation; par M. Ch. TOMLINSON, traduit de l'anglais sous la direction de M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1872; in-12.

Étude sur les métamorphoses des axolotls du Mexique (Siredon mexicanus, Shaw); *développement et rotation de leur embryon dans l'œuf; par* M. N. JOLY. Montpellier, 1872; br. in-8°.

Étude de Physiologie thérapeutique. L'alcool, son action physiologique, son utilité et ses applications en hygiène et en thérapeutique; par le Dr A. MARVAUD. Paris, 1872; in-8°. (Cet ouvrage est adressé par l'auteur au concours Barbier, 1873.)

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr RENARD; année 1871, nos 3 et 4. Moscou, 1872; in-8°.

Physiology of the soul and instinct, as distinguished from materialism; by Martyn PAINE. New-York, 1872; in-8° relié.

The Institutes of medicine; by Martyn PAINE; ninth edition. New-York, 1870; in-8° relié.

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Dorpat im Jahre 1871; sechster Jahrgang; 11 Band, Heft 1. Dorpat, 1872; in-8°.

Magnetische und Meteorologische Beobachtungen auf der K. K. Sternwarte zu

Prag im Jahre 1869 *auf öffentliche Kosten herausgegeben von* Carl HORNSTEIN; dreissigster Jahrgang, 31 Jahrgang. Prag, 1870-1871; 2 vol. in-4°.

Az erdélyi Museum-egylet évkönyvei hatodik kötet elso fuzet Szerkesztette brassai Samuel M. I.; Bolti ara 1; frt. Kolozsvart, 1872; in-4°.

Uso della macchina di Holtz in alcune ricerche elettrometriche sui condensatori elettrici; Memoria dal prof. Fr. ROSSETTI. Padova, 1872; br. in-8°.

Di una curiosa ed elegante esperienza elettrica; Nota dal prof. Fr. ROSSETTI. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Intorno alle aurore polari del primo quadrimestre dell' anno 1872; Nota del P. Fr. DENZA. Milano, 1872; br. in-8°.

Cronaca scientifica; per P. TACCHINI. Sans lieu ni date; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUILLET 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la répartition du fer dans les matériaux du sang; par* M. Boussingault.

« Je me suis proposé de rechercher comment le fer est réparti dans les trois principes essentiels du sang rouge : la fibrine, la matière des globules, l'albumine.

» Le sang provenait d'une vache demi-grasse.

Fibrine.

» On l'a retirée par le battage du sang, encore chaud; lavée, elle était peu colorée.

» 100 grammes de fibrine bien égouttée ont donné :

Matière sèche...........	29gr,15
Cendres grises..........	0,627

dans lesquelles on a dosé :

Fer....................	0gr,01357

» Rapportant à la matière desséchée, dans 100 grammes :

Substances minérales......	2gr,1511
Fer (métal).............	0,0466

Globules.

» On les a préparés par le procédé de M. Dumas (1), fondé sur cette propriété bien remarquable qu'ont les globules d'être insolubles dans le sérum saturé de sulfate de soude, tant que le liquide où ils sont en suspension est traversé par un courant d'air : 4 grammes de globules, desséchés dans le vide, ont laissé après combustion :

Cendres rouges volumineuses...	$0^{gr},053$	pour 100....	$1^{gr},325$

» On a dosé :

Fer (métal)................	$0^{gr},01399$	pour 100....	$0^{gr},350$

» Les cendres n'étaient pas uniquement formées de sesquioxyde; elles renfermaient en outre de l'acide phosphorique, de la chaux et de la magnésie.

Albumine-sérum.

» Le sérum avait une légère teinte rouge; cependant il ne contenait pas de globules.

» Dans 103 grammes on a dosé :

Matières sèches.........	9,78 gr	pour 100....	9,50 gr
Substances minérales.....	0,853	—	0,828
Fer, exprimé en métal...	0,00842	—	0,0082

» Rapportent à 100 de sérum sec :

Substances minérales........................	8,715 gr
Fer (métal)..................................	0,0863

Résumé des dosages.

» Dans 100 de matières sèches :

	Substances minérales.	Fer, exprimé en métal.
	gr	gr
Fibrine........................	2,151	0,0466
Globules.......................	1,325	0,3500
Albumine.......................	8,715	0,0863

» Ainsi, dans les globules, on a dosé sept fois autant de fer que dans la fibrine; quatre fois autant que dans l'albumine.

» Voyons si avec ces données on retombe sur la quantité de fer trouvée dans le sang par les dosages exécutés directement sur ce fluide.

(1) Dumas, *Recherches sur le sang* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XVII, p. 452).

» La composition du sang a été établie ainsi qu'il suit. A chacun des principes azotés on a alloué la quantité de fer qu'il devait renfermer, d'après les précédentes déterminations.

	Sang de l'homme (1).	Fer.	Sang de vache (2).	Fer.
	gr	gr	gr	gr
Fibrine	0,3	0,00014	0,4	0,00019
Albumine	7,0	0,00604	7,4	0,00639
Globules	12,7	0,04445	10,5	0,03675
Substances minérales	1,0	»	1,0	»
Eau	79,0	»	80,7	»
	100,0	0,05063	100,0	0,04333

» Par le dosage direct on avait trouvé :

	Fer (métal).
	gr
Dans 100 grammes de sang de l'homme	0,051
Dans 100 grammes de sang de bœuf	0,048

» En prenant la totalité des dosages faits dans le sang des herbivores, on a, pour 100 grammes,

Fer (métal) ... $0^{gr},038$ à $0^{gr},055$

» Le fer calculé, d'après sa répartition dans la fibrine, l'albumine et les globules, s'accorde avec le fer dosé dans le sang.

» La forte proportion de fer dans les globules tient à la présence de la matière colorante.

» L'hématosine extraite du sang défibriné est d'un brun foncé, insipide, insoluble dans l'eau pure, soluble dans l'eau rendue légèrement alcaline. Les cendres qu'elle laisse sont riches en sesquioxyde de fer. De l'hématosine préparée par MM. Tabourin et Lemaire, professeurs à l'École vétérinaire de Lyon, après avoir été séchée dans l'extricateur, a donné pour 100

Cendres rouges ... 10,750

dans lesquelles on a dosé

Fer ... 6,330

6,33 de métal équivalant à 9,043 de sesquioxyde, il reste 1,707 de substances minérales unies ou mêlées à l'oxyde de fer. La réaction du nitrat de cérium ayant indiqué la présence de l'acide phosphorique, on a procé

(1) Dumas.
(2) Gavaret.

à l'analyse des cendres de l'hématosine. Dans 100 on a trouvé

Sesquioxyde de fer	84,121
Acide phosphorique	13,512
Chaux	2,986
	100,619

» Si l'on considère la chaux comme étant à l'état de phosphate tribasique, $PhO^5, 3CaO$, et l'acide phosphorique restant après la saturation de la chaux comme constituant le phosphate de sesquioxyde, $3PhO^5, 2Fe^2O^3$, la composition des cendres pourrait être représentée par

Sesquioxyde de fer	75,97
Phosphate de fer	19,14
Phosphate de chaux	5,51
	109,62

sans se préoccuper de la nature des phosphates formés par l'acide phosphorique, la composition de l'hématosine devient

Matière organique	89,25
Sesquioxyde de fer	9,04
Acide phosphorique	1,45
Chaux	0,32
	100,06 »

MÉCANIQUE. — *Sur un nouveau théorème de Mécanique générale.* Note de M. YVON VILLARCEAU.

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie l'existence d'un nouveau théorème de Mécanique générale, qui me paraît devoir prendre place à côté du principe des forces vives.

» En examinant une question tout à fait étrangère à la Thermodynamique, j'ai été conduit à former, entre les équations du mouvement d'un point matériel, des combinaisons très-simples qui m'ont mis en présence d'un nouveau théorème de Mécanique. Aucun Traité, en effet, ne contient ce théorème, et je ne pouvais comprendre que la facilité avec laquelle on l'obtient ne l'eût pas fait découvrir depuis longtemps. Je m'empressai de le communiquer à notre savant confrère M. Bertrand, qui voulut bien m'indiquer, comme pouvant avoir quelque analogie avec ce théorème, les communications faites à notre Académie par M. Clausius.

» On trouve, en effet, dans la séance du 20 juin 1870, une Note de

notre savant Correspondant, intitulée : PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une quantité analogue au potentiel et sur un théorème y relatif.*

» La date de la Communication de l'éminent auteur explique comment son travail a pu rester à peu près inaperçu, au moins en France, et ne pas donner lieu à de nouvelles recherches. Insuffisamment renseigné à cet égard, je demande à l'Académie la permission de lui exposer le nouveau théorème, sous toutes réserves des droits d'autres savants qui pourraient m'avoir précédé. Un grand nombre de mécaniciens en ignorent assurément l'existence; en le portant à leur connaissance, l'Académie aura, dans tous les cas, rendu un nouveau service à la Science.

» *Démonstration.* — Les équations du mouvement d'un point matériel m, parallèlement à trois axes fixes, sont

$$(1)\qquad m\frac{d^2x}{dt^2} = X,\quad m\frac{d^2y}{dt^2} = Y,\quad m\frac{d^2z}{dt^2} = Z;$$

en les multipliant respectivement par les coordonnées x, y, z du point m et ajoutant membre à membre les résultats, on obtient d'abord

$$(2)\qquad m\left(x\frac{d^2x}{dt^2} + y\frac{d^2y}{dt^2} + z\frac{d^2z}{dt^2}\right) = Xx + Yy + Zz;$$

mais on a évidemment

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} & m\frac{d\left(x\frac{dx}{dt} + y\frac{dy}{dt} + z\frac{dz}{dt}\right)}{dt} \\ & \quad = m\left(\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2} + \frac{dz^2}{dt^2}\right) + m\left(x\frac{d^2x}{dt^2} + y\frac{d^2y}{dt^2} + z\frac{d^2z}{dt^2}\right). \end{aligned}\right.$$

Or, si l'on désigne par r le rayon vecteur du point m et par v sa vitesse, d'où

$$(4)\qquad x^2 + y^2 + z^2 = r^2,\qquad \frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2} + \frac{dz^2}{dt^2} = v^2;$$

l'équation précédente, en ayant égard à la relation (2), peut s'écrire

$$(5)\qquad \frac{1}{2}\frac{d^2.mr^2}{dt^2} = mv^2 + Xx + Yy + Zz.$$

Chacune des masses dont se compose un système fournira une équation pareille, et l'on obtiendra, en ajoutant toutes les équations et transposant,

$$(6)\qquad \Sigma mv^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2\Sigma mr^2}{dt^2} - \Sigma(Xx + Yy + Zz).$$

» Les composantes X, Y, Z sont relatives, les unes aux forces mutuelles, les autres aux forces extérieures au système : distinguons les termes correspondant à ces deux genres de forces, et soient par exemple : f la force supposée attractive, que les deux masses m et m' exercent l'une sur l'autre, Δ leur distance; on aura, relativement à ces masses,

$$Xx = f\frac{(x'-x)}{\Delta}x, \quad X'x' = f\frac{(x-x')}{\Delta}x',$$

et

$$Xx + X'x' = -f\frac{(x-x')(x-x')}{\Delta} = -f\frac{(x-x')^2}{\Delta};$$

il viendrait pareillement

$$Yy + Y'y' = -f\frac{(y-y')^2}{\Delta}, \quad Zz + Z'z' = -f\frac{(z-z')^2}{\Delta}.$$

Il s'ensuit que les termes de $\Sigma(Xx + Yy + Zz)$ qui répondent aux deux masses considérées se réduisent à $-f\Delta$. Si donc on convient que $\Sigma f\Delta$ s'étende à toutes les combinaisons des masses prises deux à deux, et que les lettres X, Y, Z se rapportent désormais aux seules forces extérieures, l'équation (6) deviendra

$$(7) \qquad \Sigma mv^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2\Sigma mr^2}{dt^2} + \Sigma f\Delta - \Sigma(Xx + Yy + Zz).$$

» Il est clair que, si les forces mutuelles étaient répulsives, au lieu d'être attractives, il suffirait de considérer les valeurs de f comme négatives.

» Soit R la force dont les composantes sont X, Y, Z; on aura

$$Xx + Yy + Zz$$
$$= Rr[\cos(R,x)\cos(r,x) + \cos(R,y)\cos(r,y) + \cos(R,z)\cos(r,z)];$$

ce qui permettra de donner à l'équation (7) cette autre forme

$$(8) \qquad \sum\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{4}\frac{d^2\Sigma mr^2}{dt^2} + \frac{1}{2}\Sigma f\Delta - \frac{1}{2}\Sigma Rr\cos(R,r).$$

» Pour nous figurer la signification du terme $\frac{1}{2}\Sigma f\Delta$, imaginons que toutes les masses m soient transportées en un même point de l'espace, et que, dans ce transport, leurs actions mutuelles conservent des valeurs constantes et égales à la moitié de celles qui ont lieu effectivement dans la situation réelle du système; le terme $\frac{1}{2}\Sigma f\Delta$ représentera le travail dû aux actions mutuelles, à la suite de cette transformation.

» Pareillement, si l'on observe que l'angle (R, r) est le supplément de celui que forme la direction de R avec la droite qui va du point m à l'origine des coordonnées, on reconnaîtra aisément que le terme $-\frac{1}{2}\Sigma \mathrm{R}\, r \cos(\mathrm{R}, r)$ représente le travail qui serait développé si toutes les masses m étaient transportées à l'origine des coordonnées et si, dans ce transport, les directions des forces R restant les mêmes, leurs intensités devenaient constantes et égales à la moitié des intensités réelles de ces forces.

» L'équation (8) constitue le nouveau théorème; par son origine et la présence des termes dus aux actions mutuelles, ce théorème prend place dans la science de la Mécanique, à côté du principe des forces vives, ainsi qu'il a été dit en commençant. Nous allons montrer que le théorème subsiste, lorsque l'origine des coordonnées coïncide avec le centre de gravité du système considéré, les axes conservant d'ailleurs des directions fixes.

» Pour cela, nous commencerons par établir une équation de la forme (7) qui contienne, à la place des vitesses et coordonnées des masses élémentaires, la vitesse v_1, les coordonnées x_1, y_1, z_1, et le rayon vecteur r_1 du centre de gravité du système. Désignant par M la somme des masses m, m',..., on aura d'abord

$$(9) \qquad \mathrm{M}x_1 = \Sigma mx, \quad \mathrm{M}y_1 = \Sigma my, \quad \mathrm{M}z_1 = \Sigma mz.$$

Multiplions les équations (1) respectivement par x_1, y_1, z_1, et ajoutons; il viendra

$$x_1 \Sigma m \frac{d^2x}{dt^2} + y_1 \Sigma m \frac{d^2y}{dt^2} + z_1 \Sigma m \frac{d^2z}{dt^2} = x_1 \Sigma \mathrm{X} + y_1 \Sigma \mathrm{Y} + z_1 \Sigma \mathrm{Z},$$

ou, en ayant égard aux relations (9),

$$\mathrm{M}\left(x_1 \frac{d^2x_1}{dt^2} + y_1 \frac{d^2y_1}{dt^2} + z_1 \frac{d^2z_1}{dt^2}\right) = x_1 \Sigma \mathrm{X} + y_1 \Sigma \mathrm{Y} + z_1 \Sigma \mathrm{Z},$$

équation qui se transforme, en vertu de relations analogues à (3) et (4), en

$$(10) \qquad \mathrm{M}v_1^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2.\mathrm{M}r_1^2}{dt^2} - (x_1 \Sigma \mathrm{X} + y_1 \Sigma \mathrm{Y} + z_1 \Sigma \mathrm{Z}).$$

On devra remarquer que les composantes des actions mutuelles disparaissent des sommes Σ, comme égales et opposées deux à deux : dès lors, l'équation (10) est applicable, sans incertitude, aux questions astronomiques où l'on considère les mouvements des centres de gravité des systèmes.

» Soient actuellement

$$x = x_1 + \xi, \quad y = y_1 + \eta, \quad z = z_1 + \zeta,$$

en sorte que les coordonnées ξ, η, ζ soient celles du point m rapportées aux axes qui se croisent au centre de gravité du système; on aura, w désignant la vitesse relative à ces axes,

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx_1}{dt} + \frac{d\xi}{dt}, \quad \frac{dy}{dt} = \frac{dy_1}{dt} + \frac{d\eta}{dt}, \quad \frac{dz}{dt} = \frac{dz_1}{dt} + \frac{d\zeta}{dt};$$

$$v^2 = v_1^2 + 2\left(\frac{dx_1}{dt}\frac{d\xi}{dt} + \frac{dy_1}{dt}\frac{d\eta}{dt} + \frac{dz_1}{dt}\frac{d\zeta}{dt}\right) + w^2;$$

$$x^2 = x_1^2 + 2x_1\xi + \xi^2, \quad y^2 = y_1^2 + 2y_1\eta + \eta^2, \quad z^2 = z_1^2 + 2z_1\zeta + \zeta^2;$$

puis, si l'on désigne par ρ la distance de m au centre de gravité,

$$r^2 = r_1^2 + 2(x_1\xi + y_1\eta + z_1\zeta) + \rho^2.$$

Or on a, par définition,

$$\Sigma m\xi = 0, \quad \Sigma m\eta = 0, \quad \Sigma m\zeta = 0;$$

il s'ensuit

$$\Sigma mv^2 = \mathrm{M}v_1^2 + \Sigma mw^2, \quad \Sigma mr^2 = \mathrm{M}r_1^2 + \Sigma m\rho^2.$$

Transportant ces diverses valeurs dans l'équation (7), il viendra

$$\mathrm{M}v_1^2 + \Sigma mw^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2\mathrm{M}r_1^2}{dt^2} + \frac{1}{2}\frac{d^2\Sigma m\rho^2}{dt^2} + \Sigma f\Delta - (x_1\Sigma\mathrm{X} + y_1\Sigma\mathrm{Y} + z_1\Sigma\mathrm{Z}) - \Sigma(\mathrm{X}\xi + \mathrm{Y}\eta + \mathrm{Z}\zeta).$$

Retranchant l'équation (10) de celle que l'on vient de former, on obtient

$$\Sigma mw^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2\Sigma m\rho^2}{dt^2} + \Sigma f\Delta - \Sigma(\mathrm{X}\xi + \mathrm{Y}\eta + \mathrm{Z}\zeta),$$

résultat d'une forme identique avec l'équation (7), et qui montre, comme on l'a annoncé, que cette équation convient à la fois à l'emploi d'axes fixes et à celui d'axes mobiles passant par le centre de gravité du système, propriété qui lui est commune avec le principe des aires et avec le principe des forces vives.

» Terminons cet exposé général par une remarque sur l'équation (10). Si nous désignons par $d\alpha$ l'angle de deux rayons vecteurs consécutifs du centre de gravité, et par R_1 la résultante de translation des forces exté-

rieures au système, nous aurons

$$v_1^2 = r_1^2 \frac{d\alpha^2}{dt^2} + \frac{dr_1^2}{dt^2},$$

et l'équation (10) se réduira à

$$(11) \qquad M r_1 \frac{d\alpha^2}{dt^2} = M \frac{d^2 r_1}{dt^2} - R_1 \cos(R_1, r_1).$$

» *Applications du nouveau théorème à une masse gazeuse, en équilibre apparent.* — Le dernier terme $-\frac{1}{2}\Sigma r \cos(R, r)$ de l'équation (8) dépend des forces extérieures, telles que la pesanteur, et des pressions exercées par l'enveloppe qui contient la masse gazeuse. Si, comme cela est d'usage, on néglige l'action de la pesanteur, la pression est la même sur les divers éléments $d\omega$ d'égale étendue qui limitent la masse considérée, et elle est normale à ces divers éléments. Soient : ϖ la pression par unité superficielle, N la direction de la partie intérieure de la normale à l'élément $d\omega$; le terme que nous considérons se transformera en $-\frac{1}{2}\varpi \int r \cos(N, r)\, d\omega$. Supposons que l'origine des coordonnées soit à l'intérieur de la masse gazeuse : nous observerons que $-\cos(N, r)$ est le cosinus de l'angle formé par la direction de N avec le prolongement de r; il s'ensuit que si l'on circonscrit à l'élément $d\omega$ un cône dont le sommet soit à l'origine des coordonnées, $-r\cos(N, r)$ sera la hauteur de ce cône; le produit $-r\cos(N, r)\, d\omega$ égale donc trois fois le volume dV de ce cône élémentaire, et le terme en question devient simplement $\frac{3}{2}\varpi V$, V désignant le volume total de la masse gazeuse. (Nous ne nous arrêterons pas à démontrer que cette valeur est indépendante de la situation de l'origine des coordonnées par rapport au volume V.) En conséquence, l'équation (8) donne

$$(12) \qquad \sum \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{4} \frac{d^2 \Sigma m r^2}{dt^2} + \frac{1}{2} \sum f\Delta + \frac{3}{2} \varpi V.$$

» Maintenant on observera que la densité du gaz étant, par hypothèse, constante dans toute l'étendue de la masse, une portion très-petite du volume total contiendra toujours une même masse de gaz; en sorte que la quantité $\Sigma m r^2$ pourra être considérée comme constante. Si enfin on admet, comme la plupart des auteurs, que les forces mutuelles sont nulles, ou insensibles dans les gaz parfaits, la relation précédente se réduira à

$$(13) \qquad \Sigma \frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} \varpi V,$$

résultat obtenu par d'autres voies, et qui montre comment la pression résulterait du mouvement des molécules gazeuses.

» L'application que nous venons de présenter du nouveau théorème s'offre, pour ainsi dire, naturellement à l'esprit; car M. Clausius a fait, de son côté, la même application du théorème qu'il a établi.

» La relation (13) suppose que le terme $\frac{1}{2}\Sigma f\Delta$ est négligeable dans les gaz; on peut cependant conserver quelques doutes à cet égard. En effet, les forces f sont loin d'être très-petites; car si elles étaient nulles, les vitesses des masses m conserveraient leurs directions jusqu'à leur rencontre avec les parois de l'enveloppe qui les contient, et deux gaz superposés dans une même enceinte se mélangeraient, pour ainsi dire, instantanément; ce qui n'a pas lieu. Il faut donc que, pour de petites valeurs de Δ, les forces f acquièrent des intensités assez grandes; mais, à cause de cela, il est impossible de se représenter *à priori* l'ordre de grandeur du produit $f\Delta$.

» Supposons actuellement que la même masse gazeuse restant comprise sous un volume constant V, égal à celui de l'unité de poids, on fasse intervenir l'action de la chaleur : sous l'influence d'une quantité de chaleur δQ ajoutée à cette masse, la pression ϖ variera de $\delta\varpi$, et la somme des forces vives de $\delta\,\Sigma\frac{1}{2}mv^2$, tandis que Σmr^2 et $\Sigma f\Delta$ ne subiront pas de variations appréciables; l'équation (12) donnera ainsi

$$(14)\qquad \delta\sum\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}V\,\delta\varpi.$$

» D'une autre part, appliquons le principe des forces vives à ce changement d'état : les travaux dus aux actions mutuelles étant considérés comme nuls (*) et ceux des forces extérieures étant nuls en réalité, la variation des forces vives est uniquement due à l'action de la chaleur. E désignant l'équivalent mécanique de la chaleur, c la chaleur spécifique à volume constant, et $\delta\theta$ la variation de température, on aura

$$(15)\qquad \delta\sum\frac{1}{2}mv^2 = E\delta Q = Ec\,\delta\theta.$$

» De ces relations on déduit, en passant des différences finies aux différentielles,

$$(16)\qquad \frac{3}{2}V\,d\varpi = Ec\,d\theta:$$

(*) On admet que les forces f ne dépendent que des distances Δ.

or les lois de Mariotte et de Gay-Lussac fournissent la relation

$$V\varpi = \alpha\varpi_0 V_0(\alpha + \theta);$$

d'où

$$V\,d\varpi = \alpha\varpi_0 V_0\,d\theta,$$

et l'on a, en substituant dans l'équation (16),

(17) $$\frac{3}{2}\alpha\varpi_0 V_0 = Ec.$$

Cette formule fournirait la valeur de c au moyen de l'équivalent E.

» Soit C la chaleur spécifique à pression constante; et admettons comme établie par la théorie mécanique de la chaleur la relation

(18) $$\alpha\varpi_0 V_0 = E(C - c),$$

qui se déduit de la loi de Joule; on tirera de celle-ci et de la précédente

(19) $$\frac{C}{c} = \frac{5}{3},$$

résultat qui ne s'accorde avec le rapport admis des deux chaleurs spécifiques qu'à $\frac{1}{6}$ près. La cause de cette discordance pourrait être recherchée, soit dans les expériences qui ont fourni les valeurs de ce rapport, soit dans la relation (18) qui ne serait qu'approximative; toutefois on doit reconnaître que l'invariabilité de V ne suffit pas pour démontrer rigoureusement la petitesse des termes négligés (travail des actions mutuelles et variations de Σmr^2 et de $\Sigma f\Delta$).

» Nous terminerons en présentant la comparaison du nouveau théorème avec celui de M. Clausius.

» Le savant Correspondant de l'Académie désigne, sous le nom de *viriel* d'un système, la valeur moyenne de la quantité

$$\sum -\tfrac{1}{2}(Xx + Yy + Zz)$$

étendue à ce système; il représente analytiquement cette moyenne, en surmontant d'un trait horizontal les lettres comprises entre les parenthèses de l'expression précédente, et y supprimant le signe Σ. L'énoncé du théorème de M. Clausius est :

» *La force vive moyenne est égale au viriel,*

et son expression analytique

$$\sum \frac{m}{2} v^2 = -\tfrac{1}{2}(\overline{Xx + Yy + Zz}).$$

Or, en divisant par 2, le théorème écrit sous la forme (7) devient

$$\sum \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{4} \frac{d^2 \Sigma m r^2}{dt^2} + \frac{1}{2} \sum f\Delta - \frac{1}{2} \sum (Xx + Yy + Zz).$$

» Il nous semble que ces deux théorèmes ne sauraient être confondus; car, dans l'un, il s'agit de la force vive *moyenne*, tandis que, dans l'autre, figure la force vive réelle; la même considération s'applique au *viriel* et à la quantité dont le viriel est la valeur moyenne : les termes $\frac{1}{4} \frac{d^2 \Sigma m r^2}{dt^2} + \frac{1}{2} \sum f\Delta$ ont disparu du théorème de M. Clausius, par suite de l'emploi des moyennes et autres considérations. Le nouveau théorème présente donc une généralité qui manque à celui de M. Clausius.

» Qu'il nous soit permis, en terminant, d'émettre l'opinion que, si M. Clausius est arrivé à la forme qu'il a donnée à son théorème, cela tient à sa vive préoccupation de rechercher de nouveaux moyens de faire avancer la science à laquelle il s'est dévoué, préoccupation qui l'a fait négliger ce qui ne lui paraissait pas se rattacher directement à la Thermodynamique. On ne saurait évidemment lui en faire le moindre reproche. »

MINÉRALOGIE. — *Examen des météorites d'Ovifak (Groënland), au point de vue du carbone et des sels solubles qu'ils renferment; par* M. DAUBRÉE.

« Dans une Communication que j'ai eu récemment l'honneur de présenter à l'Académie (1), j'ai mentionné plusieurs caractères remarquables que présente l'une des masses de fer natif découvertes à Ovifak, au Groënland.

» La présence du fer natif nickélifère, du phosphure nommé schreibersite, ainsi que d'autres caractères, paraissent autoriser à désigner ces roches sous le nom de météorites, que, afin d'éviter des périphrases, nous leur conserverons ici.

» D'après les échantillons qu'a bien voulu m'adresser M. Nordenskiöld, les roches à fer natif d'Ovifak appartiennent au moins à trois types. Le premier, celui que j'ai déjà examiné, est à éclat métallique et presque

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1541, séance du 24 juin 1872.

noir; un deuxième, également à éclat métallique, est d'un gris clair; dans le troisième, la substance métallique, au lieu d'être continue, n'apparaît qu'en globules ou en grains, dans une pâte lithoïde : cette dernière, d'un vert très-foncé et de nature silicatée, forme la plus grande partie de la roche.

» Les deux derniers types, que, pour abréger, je désignerai sous les numéros 2 et 3, sont aussi très-dignes d'intérêt, particulièrement par leur contenu en carbone et en sels solubles. Leur étude conduit d'ailleurs à des déductions dignes d'intérêt, relativement à la constitution des masses internes de notre globe.

Proportion de carbone, libre et combiné.

» Le deuxième type de météorites d'Ovifak n'est pas homogène, comme pourraient le faire supposer, au premier abord, un éclat et une couleur sensiblement uniformes, qui rappellent le fer ordinaire. Lorsqu'on essaye de la pulvériser dans un tas d'acier, la roche se sépare en deux parties : l'une se réduit en poussière fine, l'autre résiste et se dispose en lamelles, que l'on ne peut diviser que sous des efforts de torsion.

» Le fer total a été dosé séparément; dans chacune de ces deux parties : elles ont donné, la première 74,2, la seconde 82,4 pour 100. La partie pulvérisable étant en faible proportion par rapport à la seconde, la quantité de fer totale contenu dans l'ensemble de la substance doit se rapprocher plutôt du dernier nombre, que nous adopterons ici.

» D'autre part, on a dosé, dans la substance non triée, par les méthodes précédemment indiquées, le fer combiné, le carbone combiné, le carbone libre, le silicium et l'eau.

» Les globules métalliques du troisième type ont été isolés mécaniquement de la partie pierreuse où ils sont disséminés. Leur surface, polie et traitée par un acide, présente des figures annonçant que les globules sont loin d'être homogènes. L'analyse a, en effet, fait reconnaître, entre autres mélanges, la présence de silicates disséminés dans toute la masse, en parties très-fines. Dans l'un des globules, la silice correspondant à ces silicates s'élève à 11.9 pour 100 du poids total.

» Ces globules ont été soumis aux mêmes opérations que la roche du deuxième type.

» Le tableau ci-après permet de comparer facilement la teneur en carbone du fer natif renfermé dans les trois principaux types de météorites d'Ovifak.

» Sur 100 parties on a trouvé :

	1er type.		2e type.		3e type.	
Fer métallique	40,94	71,09	80,8	82,4	61,99	70,1
Fer combiné	30,15		1,6		8,11	
Carbone combiné	3,00	4,064	2,6	2,9	3,6	4,7
Carbone libre	1,64		0,3		1,1	
Silicium	0,75		0,291		non dosé.	
Eau	2,86		0,7		?	

» On voit que le troisième type n'est pas moins riche en carbone que le premier, et que le deuxième en renferme lui-même des quantités très-notables.

» C'est surtout par la grande proportion de fer combiné à l'oxygène que le premier type diffère du deuxième.

Sels solubles dans l'alcool et dans l'eau; présence dans tous du chlorure de calcium.

» L'étude du premier type ayant fait reconnaître, comme je l'ai montré précédemment, la présence du chlorure de calcium, il convenait de rechercher la même substance dans les deux autres types.

» Pour cela, on les a traités par l'alcool, et dans le second type on a opéré séparément sur la partie non malléable et sur la partie ductile.

» Les résultats pour 100 parties sont :

	2e type.		3e type.
	Partie non malléable.	Partie malléable.	
Chlorure de calcium	0,455	0,100	0,110
Chlorure de fer	0,106	0,098	0,119

» Le traitement par l'eau distillée a été fait à froid, et a donné également, sur 100 parties, les chiffres suivants, qui se rapprochent de ceux fournis par le premier type.

	1er type.	2e type.	3e type.
Sulfate de chaux	1,288	0,053	0,047
Chlorure de calcium	0,039	0,233	0,146
Chlorure de fer	0,027	0,089	0,114
	1,354	0,375	0,307

» Ainsi toutes ces masses sont caractérisées par la présence de sels solubles, dans des proportions qui sont loin d'être insignifiantes.

» Dans le premier type, le total des sels solubles est à peu près quatre fois plus grand que dans le deuxième et le troisième. La différence porte principalement sur le sulfate de chaux, qui y est en quantité vingt fois plus forte.

» D'un autre côté, on remarquera dans le tableau précédent que les chlorures sont en proportions beaucoup plus considérables dans les deux derniers types.

» Un examen au spectroscope, fait sur la dissolution chlorhydrique des météorites du deuxième et du troisième type, n'y a pas fait reconnaître du potassium; mais, dans chacune d'elles, on a constaté la présence du cuivre, en même temps que celle du calcium. Ce sont des résultats semblables à ceux que le type n° 1 a fournis.

» A part l'état de dissolution dans l'eau, les sels déliquescents ont été rarement reconnus dans les roches terrestres. Cependant le chlorure de calcium a été signalé comme mélangé au sel gemme et aux roches qui l'accompagnent, c'est-à-dire au gypse et à l'anhydrite, ainsi qu'à la boracite (1).

» Malgré ces exemples, on ne devait pas s'attendre à rencontrer des substances déliquescentes dans des roches métalliques ayant l'aspect du fer. Quoique le chlorure de fer se soit depuis longtemps trahi dans quelques fers météoriques ou holosidères, en venant graduellement suinter à leur surface, certains savants (2) ont longtemps supposé que ces masses de fer ont pu accidentellement absorber du chlore depuis qu'elles sont sur notre globe, et que par conséquent elles ne contenaient peut-être pas de chlore en arrivant des espaces. A la suite des observateurs qui ont signalé avec précision la présence du chlorure de fer dans les fers météoriques, M. Ch.-T. Jackson, M. Laurence Smith et d'autres, il convient de mentionner M. Shepard qui, en traitant par l'eau le météorite de Bishopville (États-Unis), avait reconnu dans sa dissolution des chlorures de calcium et de magnésium, en même temps que des hyposulfites. Aujourd'hui les météorites du Groënland, qui, d'ailleurs, diffèrent tout à fait de celle de Bishopville par leur éclat métallique, nous montrent le chlorure de calcium en quantités très-notables.

» Il ne paraît pas en effet douteux que le chlorure de calcium, aussi bien que le chlorure de fer, n'appartienne en propre à ces roches cosmiques; car ce qui est non moins remarquable que la présence de ces sels, c'est

---

(1) C'est dans les mêmes conditions que s'est rencontré en masses considérables le chlorure double de calcium et de magnésium hydraté, désigné sous le nom de tachydrite, substance non moins déliquescente que la carnallite ou chlorure double de potassium et de magnésium à laquelle elle est associée.

(2) Dans son *Handbuch der Mineralchemie*, publié en 1860, M. Rammelsberg mentionne comme encore douteuse, dans les météorites, la présence du chlore, de même que celle de l'arsenic (p. 952).

l'absence du chlorure de sodium : ce dernier, si répandu partout sur notre globe, qui se rencontre au moins par traces dans la plupart de nos roches, n'a pu pénétrer dans l'intérieur des masses d'Ovifak. Cependant, depuis qu'elles occupent leur situation actuelle, elles sont en présence de ce sel, puisqu'elles sont sans cesse humectées d'eau de mer. Ce fait, ainsi que la répartition intime des chlorures dans l'intérieur du fer d'Ovifak, prouve suffisamment que ces chlorures en faisaient originairement partie constituante.

» Comme l'a fait remarquer M. Nordenskiöld, malgré l'eau de mer qui les mouille continuellement, les blocs de fer natif ne s'étaient pas décomposés d'une manière sensible sur le rivage où il les a découverts; mais, transportés loin de leur patrie et arrivés à des latitudes moins élevées, au bout de quelques semaines, ces mêmes blocs avaient subi une altération évidente. Il en suintait constamment un liquide, passant du vert au brun; la transformation dont il s'agit était particulièrement prononcée sur l'un des blocs qu'on avait placé dans une pièce chaude du navire. Dans les musées où ces grands blocs sont déposés, malgré les précautions que l'on a prises, la décomposition continue à marcher avec rapidité.

» Cette grande tendance à absorber l'eau et à s'oxyder se fait également remarquer sur le type n° 2. Déjà, quelques jours après que je l'avais fait scier en plaques, les surfaces, mises à nu, commençaient à s'humecter et à se rouiller. L'inégalité avec laquelle procède cette oxydation annonce que les sels déliquescents, qui en sont la cause indirecte, sont loin d'être uniformément répartis dans la pâte métallique où ils sont disséminés en particules très-fines.

» On ne doit pas attribuer seulement, comme on l'a admis jusqu'à présent, l'altération rapide dont il s'agit à la présence du chlorure de fer : le chlorure de calcium y contribue évidemment pour une forte part. Ce qui vient à l'appui de cette assertion, c'est que le type n° 2, sans comparaison le plus altérable, est aussi le plus riche en chlorure de calcium; il en contient une quantité six fois plus grande que le premier type.

» Quant à la forte résistance que ces mêmes masses opposent à la décomposition, tant qu'elles restent dans les contrées polaires, elle s'explique par la faiblesse de la tension de la vapeur d'eau aux basses températures qui y sont habituelles. Ce contraste fait d'ailleurs ressortir combien l'eau, à l'état de vapeur, pénètre plus facilement que l'eau liquide dans les pores des corps solides.

» Il est à remarquer que si les masses d'Ovifak, au lieu d'être dans des conditions climatériques aussi exceptionnelles, s'étaient trouvées dans nos

climats, elles auraient sans doute déjà disparu depuis longtemps, ou au moins se seraient réduites en menues parcelles. Ces roches cosmiques apportent donc en elles, avec les sels déliquescents qu'elles contiennent dans leur tissu, un germe puissant de destruction (1).

» Le chlorure de calcium, dont Hausmann avait autrefois fait judicieusement une espèce minérale, sous le nom d'*hydrophilite*, et qui depuis lors a été rayé du catalogue par beaucoup de minéralogistes, mérite d'y être maintenu. Bien que ce corps ne se présente qu'en particules très-fines, sa présence est maintenant incontestable dans les météorites, non moins que dans certaines roches terrestres.

Déductions relatives à la constitution possible des masses internes du globe.

» Selon toute probabilité, les masses de fer natif d'Ovifak n'ont pas été apportées à la suite des roches éruptives qui se montrent à proximité, mais elles proviennent des espaces : ce sont des météorites. Cependant, à raison de ressemblances que l'on est fondé à admettre, et sur lesquelles je ne reviendrai pas ici (2), ces météorites d'Ovifak paraissent éclairer sur la nature des parties profondes de notre globe et ajouter de nouveaux documents à ceux que l'on avait déduits de considérations de cet ordre.

» Des faits nombreux ont porté à conclure que, pendant la suite des périodes géologiques, du calcium et du carbone ont été apportés vers la surface des régions inférieures au granit, où ces corps doivent se trouver en abondance, et d'où les éruptions volcaniques en amènent chaque jour (3).

» Dans les parties infragranitiques, le calcium existe en forte proportion dans les masses silicatées basiques, dont les laves nous apportent des échantillons. Nous concevons, en outre, que ce corps puisse y être incorporé plus profondément, à l'état de chlorure, de même que dans les roches d'Ovifak.

» Quant au carbone, il se trouve dans les météorites, non-seulement dans celles que l'on désigne sous le nom de *charbonneuses*, où il est pour ainsi dire visible, comme celle d'Orgueil (Tarn-et-Garonne), mais aussi dans les fers eux-mêmes.

---

(1) Parmi les roches terrestres qui se décomposent aussi sous l'influence des sels déliquescents, je citerai les blocs de calcaire, parsemés de périclase, de la Somme.

(2) *Annales des Mines*, 6e série, t. XIII; 1868, p. 59 et 62.

(3) Des terrains stratifiés considérés au point de vue des substances qui les constituent et du tribut que leur a apporté les parties internes du globe. (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXVIII.)

» Ce que l'on voit chaque jour dans les ateliers métallurgiques sur la facilité avec laquelle le carbone s'associe au fer, pour former de l'acier et de la fonte, explique comment les fers météoriques présentent le carbone au même état que dans les carbures artificiels. Par leur teneur en carbone libre et combiné, ils représentent des aciers et des fers naturels. Or les régions profondes de notre globe renferment aussi du fer (1) qui a dû, de même, s'emparer du carbone, quand autrefois il s'est trouvé en présence de ce corps si abondant dans notre planète ou de combinaisons carbonées.

» Un fer tel que celui du premier et du troisième type d'Ovifak, qui renferme 4,6 de carbone, tant libre que combiné, à raison d'une densité d'environ 5,8, ne renferme pas moins de 271 kilogrammes de carbone par mètre cube. Par conséquent une couche d'une telle roche ferreuse, ayant seulement 5 millimètres d'épaisseur, renfermerait autant de carbone que toute une colonne de l'atmosphère ayant même base. Pour une variété de fer renfermant le carbone en proportion mille fois moindre, il suffirait encore d'une couche épaisse de 5 mètres, c'est-à-dire bien peu épaisse pour l'équivalent dont il s'agit.

» Enfin les roches de fer natif d'Ovifak nous apprennent encore qu'après avoir fixé du carbone dans des conditions que j'ai tenté d'expliquer dans ma Communication précédente, les mêmes roches peuvent aussi l'abandonner à l'état d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique, par exemple sous l'influence d'une oxydation ou d'un réchauffement. On entrevoit par conséquent l'un des procédés par lesquels le carbone, d'abord fixé dans les masses ferreuses profondes du globe, a pu s'en exhaler. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la condition pour qu'une famille de surfaces données puisse faire partie d'un système orthogonal.* Note de **M. Cayley** (2). (Suite.)

« **11.** Pour trouver Ω_2, nous avons

$$\begin{aligned} \delta'(\mathrm{g}) &= -\mathrm{ZX}\,\delta\mathrm{B} + \mathrm{YX}\,\delta\mathrm{F} - \mathrm{Y}^2\,\delta\mathrm{G} + \mathrm{YZ}\,\delta\mathrm{H}, \\ \delta'(\mathrm{h}) &= -\mathrm{XY}\,\delta\mathrm{C} + \mathrm{XZ}\,\delta\mathrm{F} + \mathrm{YZ}\,\delta\mathrm{G} - \mathrm{Z}^2\,\delta\mathrm{H}, \\ \delta'\varphi &= -[(\mathrm{a})\,\delta\mathrm{A} + (\mathrm{b})\,\delta\mathrm{B} - (\mathrm{c})\,\delta\mathrm{C} + 2(\mathrm{f})\,\delta\mathrm{F} + 2(\mathrm{g})\,\delta\mathrm{G} + 2(\mathrm{h})\,\delta\mathrm{H}], \end{aligned}$$

---

(1) *Annales des Mines*, 6[e] série, t. XIII, p. 62.

(2) Dans la Note précédente, p. 178, ligne 15, *au lieu de* (a, b, c, f, g, h, i, j, k, l), *lisez* (a, b, c, f, g, h, i, j, k, l), en lettres *italiques*, comme plus loin, ligne 19.

et de là

$$\Omega_2 = 2\varphi[-XYZ(\delta B - \delta C) + X(Y^2 - Z^2)\delta F - Y(Y^2 + Z^2)\delta G + Z(Y^2 + Z^2)\delta H]$$
$$+ [(g)Y - (h)Z][(a)\delta A + (b)\delta B + (c)\delta C + 2(f)\delta F + 2(g)\delta G + 2(h)\delta H],$$

ce qui se réduit tout de suite à

$$\begin{aligned}
&- [X(a)(f) + Y(b)(g) + Z(c)(h)](\delta B - \delta C)\\
&+ [(g)Y - (h)Z][(a)\delta A + (b)\delta B + (c)\delta C]\\
&+ 2[Y(c)(h) - Z(b)(g)]\delta F\\
&+ 2(a)[Y)c) - Z(f)]\delta G\\
&+ 2(g)[Y(f) - Z(b)]]\delta H.
\end{aligned}$$

» Les premières deux lignes se réduisent facilement à

$$(a)[-X(f) + Z(h)](\delta B - \delta C) + (a)[(g)Y - (h)Z](\delta A - \delta C),$$

et la troisième ligne à $2(a)[Z(g) - X(c)]\delta F$. Donc l'expression entière contient le facteur (a), et nous aurons

$$\begin{aligned}
\Omega_2 : (a) = &- [X(f) + Z(h)](\delta B - \delta C)\\
&+ [Y(g) - Z(h)](\delta A - \delta C)\\
&+ 2[Z(g) - X(c)]\delta F\\
&+ 2[Y(c) - Z(f)]\delta G\\
&+ 2[Y(f) - Z(b)]\delta H,
\end{aligned}$$

expression qui se réduit sans peine à la forme symétrique sous laquelle je la présente dans l'équation finale.

» 12. Cette équation est $\Omega_1 + \Omega_2 = 0$; savoir, en omettant le facteur (a), nous avons

$$\begin{aligned}
2(&\{F[(b) - (c)] - (B - C)(f) - H(g) + G(h)\}\delta X\\
&+ \{G[(c) - (a)] + H(f) - (C - A)(g) - F(h)\}\delta Y\\
&+ \{H[(a) - (b)] - G(h) + F(g) - (A - B)(h)\}\delta Z\ )\\
&- X(f)(\delta B - \delta C)\\
&- Y(g)(\delta C - \delta A)\\
&- Z(h)(\delta A - \delta B)\\
&+ \{X[(b) - (c)] - Y(h) + Z(g)\}\delta F\\
&+ \{X(h) + Y[(c) - (a)] - Z(f)\}\ \delta G\\
&+ - X(g) + Y(f) + Z[(a) - (b)]\delta H = 0.
\end{aligned}$$

» On se rappelle que δ signifie $X\frac{d}{dx}+Y\frac{d}{dy}+Z\frac{d}{dz}$.

» **13.** Pour déduire de là le résultat de M. Levy, j'écris d'abord $X=0$, $Y=0$; nous avons alors

$$[(a),(b),(c),(f),(g),(h)]=(BZ^2, AZ^2, 0, 0, 0, -HZ^2),$$

et l'équation devient

$$2[(AF-GH)\delta X+(-BG+FH)\delta Y]+HZ(\delta A-\delta B)-Z(A-B)\delta H=0;$$

mais ici

$$(A, B, C, F, G, H)=[2Zh, -2Zh, 2h, 0, -Zg, Zf, -Z(a-b)],$$

et l'équation devient

$$2\{[f(a-b)-2gh]\delta X+[g(a-b)+2fh]\delta Y\}$$
$$-(a-b)(\delta A-\delta B)-4h\delta H=0.$$

Mais nous avons $\delta X=gZ$, $\delta Y=fZ$, $\delta Z=cZ$, et, de plus,

$$\delta A=2\delta Zh-2g\delta Y=\quad 2lZ^2+2(ch-fg)Z,$$
$$\delta B=2f\delta X-2\delta Zh=-2lZ^2-2(ch-fg)Z,$$
$$\delta H=-\delta Z(a-b)+g\delta X-f\delta Y=(f-j)Z^2+(-ac+bc-f^2+g^2)Z;$$

l'équation est donc

$$4fg(a-b)+4(f^2-g^2)h-(a-b)[4lZ+4(ch-fg)]$$
$$-4h[-c(a-b)-(f^2-g^2)+(f-j)Z]=0,$$

ou enfin

$$2fg(a-b)+2h(f^2-g^2)-Z[(f-j)h+l(a-b)]=0,$$

ce qui s'accorde avec le résultat cité.

» **14.** En changeant la signification de X, Y, Z, écrivons $\rho=X+Y+Z$, où X, Y, Z dénotent à présent des fonctions de x, y, z respectivement; en dénotant par X', Y', Z' les fonctions dérivées de celles-ci, les fonctions premièrement représentées par X, Y, Z seront X', Y', Z'. Je cherche, au moyen de l'équation générale, la condition pour que la famille $\rho=X+Y+Z$ puisse faire partie d'un système orthogonal.

» Dénotons par X', X'', X''' les dérivées de X, et de même celles de Y et Z, et écrivons, pour abréger, $\alpha, \beta, \gamma=Y''-Z'', Z''-X'', X''-Y''$, nous avons

$$(a, b, c, f, g, h)=(X'', Y'', Z'', 0, 0, 0),$$

et de là

$$(A, B, C, F, G, H) = (0, 0, 0, -\alpha X', -\beta Y', -\gamma Z'),$$

et, de plus,

$$[(a), (b), (c), (f), (g), (h)] = [2\alpha X'Y'Z', 2\beta X'Y'Z', 2\gamma X'Y'Z, \\ X'(\alpha X'^2 - \beta Y'^2 - \gamma Z'^2), \\ Y'(-\alpha X'^2 + \beta Y'^2 - \gamma Z'^2), \\ Z'(-\alpha X'^2 - \beta Y'^2 + \gamma Z'^2)].$$

Nous avons aussi

$$(\delta X', \delta Y', \delta Z') = (X'X'', Y'Y'', Z'Z''),$$
$$(\delta A, \delta B, \delta C) = (0, 0, 0),$$
$$(\delta F, \delta G, \delta H) = [X'(-\alpha X'' + Z'Z''' - Y'Y'''), \\ Y'(-\beta Y'' + X'X''' - Z'Z'''), \\ Z'(-\gamma Z'' + Y'Y''' - X'X''')].$$

15. Donc, dans l'équation générale, la première ligne est

$$2[-\alpha X'.2X'Y'Z'(\beta - \gamma) + \gamma Y'Z'(-\alpha X'^2 + \beta Y'^2 - \gamma Z'^2) \\ - \beta Y'Z'(-\alpha X'^2 - \beta Y'^2 + \gamma Z'^2)]X'X'',$$

c'est-à-dire

$$2X'Y'Z'.X''[-2\alpha(\beta - \gamma)X'^2 + \gamma(-\alpha X'^2 + \beta Y'^2 - \gamma Z'^2) \\ - \beta(-\alpha X'^2 - \beta Y'^2 + \gamma Z'^2)]$$

ou, ce qui est la même chose,

$$2X'Y'Z'.\alpha X''[(\gamma - \beta)X'^2 - \beta Y'^2 + \gamma Z'^2],$$

et la somme des premières trois lignes sera aussi $= 2X'Y'Z'$ multiplié par

$$\alpha X''[(\gamma - \beta)X'^2 - \beta Y'^2 + \gamma Z'^2) \\ + \beta Y''[\alpha X'^2 + (\alpha - \gamma)Y'^2 - \gamma Z'^2) \\ + \gamma Z''[-\alpha X'^2 + \beta Y'^2 + (\beta - \alpha)Z'^2],$$

savoir dans ce second facteur le coefficient de $\alpha X'^2$ est $X''(\gamma - \beta) + \beta Y'' - \gamma Z''$, $= -2\beta\gamma$, et de même les coefficients de $\beta Y'^2$ et $\gamma Z'^2$ sont $-2\gamma\alpha$, $-2\alpha\beta$ respectivement, donc le terme entier, ou première partie de l'équation est

$$4X'Y'Z'(X'^2 + Y'^2 + Z'^2)(-\alpha\beta\gamma).$$

» Les termes en δA, δB, δC s'évanouissent, et il ne reste que les termes en δF, δG, δH qui forment la seconde partie de l'équation. Le premier de

ceux-ci est

$$[X'.2(\beta-\gamma)X'Y'Z' - Y'Z'(-\alpha X'^2 - \beta Y'^2 + \gamma Z'^2) + Y'Z'(-\alpha X'^2 + \beta Y'^2 - \gamma Z'^2)] \times X'(-X''\alpha + Z'Z''' - Y'Y'''),$$

c'est-à-dire

$$2X'Y'Z'[(\beta-\gamma)X'^2 + \beta Y'^2 - \gamma Z'^2](-X''\alpha + Z'Z''' - Y'Y''').$$

On a donc $2X'Y'Z'$ multiplié par

$$\begin{aligned}&[(\beta-\gamma)X'^2 + \beta Y'^2 - \gamma Z'^2](-X''\alpha + Z'Z''' - Y'Y''')\\ &+ [-\alpha X'^2 + (\gamma-\alpha)Y'^2 + \gamma Z'^2](-Y''\beta + X'X''' - Z'Z''')\\ &+ [\alpha X'^2 - \beta Y'^2 + (\alpha-\beta)Z'^2](-Z''\gamma + Y'Y''' - X'X'''),\end{aligned}$$

où dans le second facteur nous avons d'abord le terme $-2\alpha\beta\gamma \times (X'^2 + Y'^2 + Z'^2)$ et puis le terme $-2(\alpha X'X''' + \beta Y'Y''' + \gamma Z'Z''') \times (X'^2 + Y'^2 + Z'^2)$.

» La seconde partie est donc

$$4X'Y'Z'(X'^2 + Y'^2 + Z'^2)[-\alpha\beta\gamma - (\alpha X'X''' + \beta' Y'Y''' + \gamma Z'Z''')]$$

et en réunissant les deux parties et en omettant le facteur $-4X'Y'Z' \times (X'^2 + Y'^2 + Z'^2)$, l'équation devient

$$2\alpha\beta\gamma + \alpha X'X''' + \beta Y'Y''' + \gamma Z'Z''' = 0,$$

savoir :

$$\begin{aligned}&2(Y''-Z'')(Z''-X'')(X''-Y'')\\ &+ (Y''-Z'')X'X''' + (Z''-X'')Y'Y''' = (X''-Y'')Z'Z''' = 0,\end{aligned}$$

équation trouvée par M. Bouquet dans sa *Note sur les surfaces orthogonales* (*Journal de M. Liouville*, t. XII, p. 446-450; 1846), et reproduite par M. Serret dans son *Mémoire sur les surfaces orthogonales* (*Journal de M. Liouville*, t. XII, p. 241-254; 1847). »

Le P. SECCHI adresse une Note relative à l'éruption solaire qui a été observée le 7 juillet. Cette Note, qui doit être accompagnée de figures, sera insérée au Numéro prochain, ainsi que les observations auxquelles elle a donné lieu de la part de MM. *de Quatrefages, Milne Edwards, Edm. Becquerel.*

Le **P. Secchi** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire imprimé en italien et portant pour titre « Questions spectroscopiques : réponse à M. le professeur *Respighi* ».

M. Charles Naumann fait hommage à l'Académie de la troisième livraison du tome III de son « Manuel de Géognosie », imprimé en allemand.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès de M. *Laugier*.

Au premier tour de scrutin, destiné à choisir le premier candidat, le nombre des votants étant 49,

M. Lœwy obtient.	27 suffrages.
M. Wolf	21 »

Il y a un billet blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à choisir le second candidat, le nombre des votants étant encore 49,

M. Wolf obtient	39 suffrages.
M. Tisserand	10 »

En conséquence, la liste qui sera adressée à M. le Ministre comprendra : en première ligne M. **Lœwy**, en seconde ligne M. **Wolf**.

M. de Saint-Venant est adjoint à la Commission qui est chargée de juger le concours du prix Poncelet.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Résultats de l'observation des derniers orages.* Note de **M. W. de Fonvielle**. (Extrait par l'auteur.)

(Cette Note est renvoyée, ainsi que la précédente, à la Commission des Paratonnerres, Commission composée des membres de la Section de Physique et de M. Regnault, auxquels MM. Morin et Ch. Sainte-Claire Deville sont priés de s'adjoindre.)

« L'Auteur donne des détails circonstanciés sur trois coups de foudre de

l'orage du 23 juillet, dont il a observé lui-même les traces, et sur plusieurs autres cas de fulguration qui lui ont paru authentiques, dont la description se trouve soit dans le *Times*, soit dans des journaux français. Ces observations répétées semblent indiquer qu'il n'est pas nécessaire que les substances conductrices se trouvent situées sur le parcours possible de l'étincelle atmosphérique, pour déterminer la déflagration par suite de leur présence. Elles peuvent produire un effet analogue à celui du condensateur dans les décharges de la bouteille de Leyde ou de l'appareil Ruhmkorff.

» L'Auteur rapporte que ce physicien se sert, en effet, d'une masse de cuivre, intercalée, il est vrai, dans le circuit, pour fracturer avec plus de facilité le bloc de verre au travers duquel il veut faire passer l'étincelle de sa machine d'induction.

» L'auteur pense que la chute de la foudre ne dépend pas seulement de la forme des nuages, de la direction du vent et de l'état hygrométrique de l'air : elle tient encore à toutes les attractions exercées par les objets impressionnables qui recouvrent le pays soumis à l'influence orageuse. La masse des objets de fer, leur forme, leur répartition, leur altitude entrent en ligne de compte, ainsi que les communications plus ou moins largement assurées avec le réservoir commun.

» Pour compléter les renseignements qu'il continue à recueillir, l'auteur annonce l'intention de provoquer la chute de la foudre sur des points déterminés avec les électro-substracteurs de Dupuis-Delcourt, recommandés si vivement par Arago, lesquels ne sont du reste que les ballons électriques de Charles. Mais, pour que ces expériences grandioses puissent être fructueuses, il faut avoir à sa disposition des moyens de mesure et de protection.

» L'Auteur signale à ce propos la cage de fer de Faraday, à laquelle on a donné chez M. Ruhmkorff une forme nouvelle et ingénieuse. Un électromètre à feuille d'or placé sous un panier à salade en fil de fer perd toute son impressionnabilité.

» Après être entré dans quelques considérations sur les cas où ces protections exceptionnelles peuvent servir, et sur les excellents paratonnerres de M. Melsens, l'Auteur fait remarquer que le public ne doit point s'alarmer de la multiplicité des coups de foudre signalés comme conséquence de l'accumulation des masses métalliques; car, sauf certains cas particuliers assez rares, les décharges sont d'autant plus inoffensives qu'elles sont attirées par une plus grande masse de substances conductrices. En effet, si ces matières attirent la foudre à distance, c'est en quelque sorte pour se partager la matière fulgurante. »

M. Bouvet soumet au jugement de l'Académie une Note relative à la « caléfaction des gaz ».

L'auteur a été conduit, par des observations faites sur les appareils calorifères quand ils sont trop fortement chauffés, à admettre que les gaz peuvent donner lieu à des phénomènes de caléfaction, analogues, à ceux que présentent les liquides. La Note se termine comme il suit :

« Voici une expérience à la fois simple et curieuse, qui permet de mettre le phénomène en évidence. On prend un tube métallique de $0^{m},05$ de diamètre, on l'enveloppe de combustible en ignition, pour le porter au rouge blanc : on constate que, malgré la haute température des tubes, le courant qui passe est très-faible et à une température relativement basse; mais si on laisse refroidir lentement le tube, on voit que, pendant un certain laps de temps, la vitesse du courant augmente pour redescendre ensuite. Par suite de quel phénomène un accroissement de vitesse du courant correspond-il à un abaissement de température de la paroi? Je démontrerai que ce phénomène est dû à ce qu'on peut appeler, par analogie à ce qui se passe pour l'eau, la caléfaction des gaz. »

(Renvoi à l'examen de M. Jamin.)

M. Gavial adresse une Lettre relative à son précédent Mémoire sur un système d'aérostat.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Prettis de Sainte-Croix adresse un complément à ses précédentes Communications sur le *postulatum* d'Euclide.

(Renvoi à la Commission.)

M. Sawicki adresse, de Figeac, un Mémoire relatif à la formation des corps célestes et à divers phénomènes physiques.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. Deschamps adresse une nouvelle Note concernant un moyen d'empêcher la gelée et diverses autres questions de Physique générale.

(Renvoi à l'examen de M. Jamin.)

M. Bardot adresse une Note concernant la théorie du langage scientifique et diverses questions de Chimie générale.

(Renvoi à l'examen de M. Chevreul.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Mildé*, intitulée : « Mémoire sur les Horloges électriques ».

Cette brochure sera renvoyée à l'examen de la Section de Physique.

M. le Secrétaire perpétuel signale également une brochure intitulée : « Sur les Solutions salines sursaturées ; 3e partie ; par MM. *Tomlinson et Van der Mensbrugghe* ». Cette brochure, imprimée en anglais, est accompagnée d'une lettre de M. Van der Mensbrugghe, qui résume comme il suit l'objet de ce travail :

« Nous avons eu pour but de prouver par l'expérience les quatre propositions suivantes :

» I. Une solution sursaturée, contenue dans un vase parfaitement débarrassé de toute matière grasse, demeure liquide aussi longtemps que sa surface libre ou la surface en contact avec les parois du vase ne subit pas, en un ou plusieurs points, une diminution notable de tension superficielle.

» II. Si l'on dépose à la surface d'une solution sursaturée une goutte d'un liquide à faible tension, cette goutte s'étale et provoque la cristallisation, soit immédiatement, soit au bout de quelques minutes.

» III. Tandis qu'un liquide à faible tension produit la solidification au bout d'un temps plus ou moins court, un liquide doué d'une grande force contractile et n'agissant pas chimiquement sur la solution peut être amené en contact avec celle-ci sans la faire changer d'état.

» IV. De même qu'un liquide à faible tension fait cristalliser la solution sursaturée, de même un solide couvert d'une couche plus ou moins épaisse d'un pareil liquide détermine la cristallisation subite ou graduelle. »

PLASTICODYNAMIQUE. — *Sur une manière simple de déterminer expérimentalement la résistance au glissement maximum dans un solide ductile, homogène et isotrope.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« On sait qu'à la suite des expériences de M. Tresca sur l'état d'un solide ductile, déformé ou pétri d'une manière lente mais continue, M. de Saint-Venant a été conduit à admettre que la valeur maximum K des actions tangentielles, exercées sur les divers éléments plans passant par un point quelconque d'un tel corps, est sensiblement constante pour une même espèce de matière dont elle mesure la résistance plastique ; et l'on sait aussi,

par les formules déduites de la considération du tétraèdre de Cauchy, que le double de cette valeur est égal à la plus grande, $F_1 - F_3$, des différences existant, en chaque point du corps, entre les trois actions rectangulaires, dites *principales*, F_1, F_2, F_3, qui sont normales aux éléments plans qu'elles sollicitent. Il paraît, en effet, très-vraisemblable que la résistance plastique K, ou $\frac{1}{2}(F_1 - F_3)$, ne varie pas avec les vitesses relatives prises par les molécules contiguës, car on suppose ces vitesses assez petites pour que les efforts tangentiels maximum exercés aux divers points se réduisent à ce qui est strictement nécessaire pour vaincre à chaque instant la solidité, efforts qui seraient en quelque sorte infiniment petits s'il s'agissait d'un liquide sans viscosité appréciable, comme l'eau. Elle ne doit pas dépendre non plus d'une pression normale et constante, d'ailleurs arbitraire, qui serait exercée tout autour d'un élément quelconque de volume; car on ne voit pas qu'une pression pareille rende l'état moléculaire sensiblement plus stable tant que la densité n'en est augmentée que fort peu, ainsi qu'on l'admet. Or l'application d'une telle pression, positive ou négative, convenablement choisie, permet évidemment d'avoir dans tous les cas $F_1 = K$, $F_3 = -K$; ce qui fait que les divers modes de déformation plastique d'un élément de volume, et par suite la résistance K elle-même, ne peuvent plus dépendre que de la manière dont la force intermédiaire F_2 est comprise entre les deux autres F_1 et F_3, c'est-à-dire du rapport $\frac{F_1 - F_2}{F_2 - F_3}$, que je désignerai par f. Ainsi la résistance de plasticité, K, ne doit varier tout au plus pour une même matière qu'avec le rapport f, définissant le mode de déformation employé. Mais il est naturel d'essayer d'abord, comme a fait M. de Saint-Venant, l'hypothèse la plus simple, c'est-à-dire d'admettre que K n'a même qu'une valeur pour toutes les déformations possibles; et si un jour de nouvelles expériences obligeaient à supposer K fonction de f, les recherches des géomètres, faites dans l'hypothèse $K = \text{const.}$, ne seraient pas pour cela toutes perdues en tant qu'applicables aux phénomènes; car, par exemple, dans tous les problèmes concernant les déformations *planes*, on a, comme on sait, $F_2 = \frac{1}{2}(F_1 + F_3)$ ou $f = 1$, et par suite K, même supposé fonction de f, resterait invariable (*). Il en serait de même

(*) On a généralement $F_2 = \frac{1}{2}(F_1 + F_3)$, ou f_1, toutes les fois qu'une des trois dilatations en chaque point est nulle; ce qui comprend, outre les déformations dites *planes*, celles d'un anneau cylindrique dont les fibres normales à ses bases ne se déplacent que suivant les rayons, et d'un prisme circulaire tordu, questions qui ont été complétement traitées, de

dans les cas importants où la force intermédiaire F_2 devient égale à l'une des deux autres, F_1 ou F_3, ce qui correspond à $f=0$ ou à $f=\infty$.

» Quand on suppose constant le coefficient de plasticité K, le moyen le plus simple pour obtenir sa valeur numérique me paraît être d'exercer à la seconde extrémité d'une barre mince, bien homogène et sensiblement prismatique, dont on aura fixé le premier bout, une traction *très-lentement croissante*, de manière que les vitesses des diverses parties de cette barre restent inappréciables jusqu'au moment où la matière qui la compose passe à l'état plastique. A ce moment, l'action qui sollicite tout élément plan intérieur parallèle à l'axe de la barre ne cesse pas d'être sensiblement nulle (abstraction faite de la pression atmosphérique); car l'équilibre de couches très-minces de matière exige qu'elle soit à fort peu près égale à la pression exercée sur l'élément plan, très-voisin et de même direction, de la surface latérale, pressionnul le par hypothèse. Des trois forces principales exercées en un point quelconque, deux, F_2, F_3, se réduisent ainsi à zéro, et la troisième, parallèle à l'axe de la barre, ne peut qu'être égale à $2K$ par unité de surface. Le coefficient cherché K s'obtiendra donc en divisant la valeur maximum qu'atteindra la traction par le double de l'aire à laquelle seront alors réduites les sections normales les plus contractées.

» On pourrait, afin d'éviter les chocs, transmettre la traction par l'intermédiaire d'une sorte de vis micrométrique, et la mesurer au moyen d'un dynamomètre interposé. Enfin, pour empêcher l'état plastique de s'établir trop près des extrémités et déterminer de préférence sa production tout autour d'une section désignée à l'avance, il sera bon de faire cette section plus petite que les autres en donnant préalablement à la barre une forme graduellement étranglée vers le milieu et non pas exactement prismatique ou cylindrique. Cela permettra de pousser l'expérience jusqu'à ce que la rupture ait lieu, et K sera le quotient de la tension indiquée par le dynamomètre, immédiatement avant la rupture, par le double de l'étendue finale de la section suivant laquelle elle se produira.

» Peut-être parviendrait-on de la manière suivante à reconnaître expérimentalement si le coefficient de résistance plastique K est indépendant du rapport f, ou, dans le cas contraire, à déterminer K en fonction de f.

---

deux manières distinctes, mais concordantes, par MM. Tresca et de Saint-Venant. Les problèmes de l'extension, de la compression et de la flexion d'un prisme, dans lesquels on peut supposer que deux forces principales restent, en chaque point, sensiblement nulles, se rattachent au contraire au cas où F_2 devient égal à F_1 ou à F_3; ce qui donne $f=0$ ou $f=\infty$.

Il faudrait soumettre à une tension graduellement croissante, non plus une barre libre sur toute sa surface latérale, mais une règle à section rectangulaire, dont deux faces latérales opposées seraient serrées entre deux plans parallèles, polis et enduits de graisse ou d'huile. On pourrait donner, dans chaque expérience, à la pression $\mathfrak{P}$, exercée par ces deux plans et rapportée à l'unité de surface, une valeur déterminée constante et observer la traction $\mathfrak{T}$, nécessaire chaque fois, par unité de section finale, pour produire l'état plastique. La condition d'équilibre de couches minces de matière exigerait encore ici que les forces exercées à l'intérieur de la barre, sur les éléments plans parallèles aux forces latérales, fussent peu différentes des forces appliquées aux éléments de ces faces, c'est-à-dire nulles pour les éléments plans parallèles aux deux faces libres, et égales à une traction normale $-\mathfrak{P}$ pour les éléments parallèles aux deux plans polis. Des trois forces principales exercées en chaque point, deux, F_2, F_3, seraient donc situées dans la section normale menée par ce point et respectivement égales à zéro et à $-\mathfrak{P}$; la première, F_1, ne pourrait qu'être, par suite, parallèle à l'axe même de la règle, et égale à la traction $\mathfrak{T}$ exercée sur l'unité de surface de la section. On aurait

$$K = \tfrac{1}{2}(F_1 - F_3) = \tfrac{1}{2}(\mathfrak{T} + \mathfrak{P}), f = \frac{F_1 - F_2}{F_2 - F_3} = \frac{\mathfrak{T}}{\mathfrak{P}};$$

ce qui permettrait, en faisant varier d'une expérience à l'autre $\mathfrak{P}$ et par suite $\mathfrak{T}$, d'obtenir, pour chaque valeur de f comprise entre zéro et l'infini, la valeur correspondante de K. »

ÉLECTRICITÉ. — *Théorie du duplicateur de Nicholson.* Note de **M. P. Volpicelli.**

« Bennet a imaginé le premier un instrument duplicateur de l'électricité (1), dont le but consiste à accumuler, au moyen d'inductions successives, l'électricité sur le troisième de ses plateaux, annexé à l'électroscope. Mais Bennet s'aperçut bientôt que son duplicateur avait la propriété d'accumuler l'électricité, lors même qu'elle n'était point communiquée artificiellement à l'appareil.

» Cavallo substitua utilement l'air au cohibant solide de cet instrument, et en outre il le modifia (2), pour en faciliter l'usage et pour lui enlever

(1) *Philosoph. Trans.*, vol. LXXVII, ann. 1787.
(2) *Ibidem*, vol. LXXVIII, p. 255, ann. 1788.

cette propriété; mais il ne put y réussir, et Peclet ne fut pas plus heureux (1).

» Nicholson eut l'idée ingénieuse de rendre le duplicateur automatique, non-seulement pour en faciliter la pratique, mais encore pour lui ôter la propriété indiquée, et, en 1788, il en publia la description (2). Cependant son duplicateur possède aussi la même propriété, et ne pouvant, pour ce motif, servir de condensateur, il fut mis à l'écart, et la théorie de l'instrument fut négligée dans les cours de Physique, comme dans les traités d'Électricité.

» Nous croyons, toutefois, que l'instrument dont il s'agit est d'un grand intérêt pour la doctrine de l'influence électrique, et c'est pourquoi nous en donnons ici la théorie, à l'effet de combler une lacune encore existante dans les instruments destinés à accumuler l'électricité. Cette théorie est fondée sur trois principes, savoir : 1° que la surface de chaque corps est toujours douée d'électricité ; 2° que deux corps rapprochés l'un de l'autre doivent exercer une répulsion réciproque sur leur électricité, en la raréfiant sur les surfaces qui se regardent et en l'accumulant sur les surfaces opposées; 3° qu'un corps ayant une surface plus étendue que celle d'un autre qui l'avoisine doit, dans des conditions égales, influer d'autant plus sur ce dernier. La figure annexée au Mémoire de Nicholson, à laquelle nous renvoyons le lecteur, nous servira pour exposer la théorie de l'instrument, laquelle ne fut exactement donnée, ni par son auteur, ni par aucun autre.

» Nous supposons, en premier lieu, que toutes les parties de la machine soient à l'état naturel.

» Quand le disque inférieur B, tournant autour de l'axe PO, au moyen d'une manivelle L, est entièrement placé au-dessous du disque fixe A, il se produit en même temps une communication, tant de A avec le disque fixe C, que de B avec la sphère D. Par cette seconde communication, la surface du corps BD devient plus grande que celle du disque A et influe par conséquent sur ce disque plus fortement que A sur BD ; d'où il résulte que le disque A doit communiquer au disque C une partie de l'électricité homologue de l'inductrice, en retenant toute l'électricité induite.

» Le disque B continuant à tourner de la gauche à la droite de l'observateur de la figure, l'induite en A deviendra totalement libre. Le disque B

(1) *Traité élém. de Phys.*, par M. Daguin, 3e vol., p. 166. Paris, 1861.
(2) *Philosoph. Transact.*, vol. LXXVIII, p. 403.

arrivé à se placer au-dessous du disque fixe C, il se produit une communication entre celui-ci et la sphère D : de là une diminution de la charge électrique en C ; et comme B se trouve déjà plus chargé que C, celui-ci reçoit une influence plus forte que celle qu'il exerce lui-même sur B. Il en résulte que la charge homologue de l'inductrice s'accroît dans la sphère D, outre que le disque C se trouve chargé de l'induite opposée, laquelle est également mise en liberté tout entière, quand le disque B, continuant la rotation, s'éloigne de C.

» Le disque B, continuant son mouvement rotatoire, se retrouve de nouveau entièrement sous le disque A, puis sous le disque C ; ensuite les mêmes influences précédemment produites se répètent, mais avec une énergie plus grande. Par suite, il arrive que dans le disque B l'inductrice s'accroît de plus en plus, pendant que dans les disques fixes A, C, l'induite augmente de son côté, mais dans certaines limites, dépendantes de l'état hygrométrique du milieu ambiant et de la distance des disques entre eux.

» En second lieu, ce qui précède fournit une explication facile des effets électrostatiques de l'instrument de Nicholson, dans le cas où il reçoit artificiellement une charge électrique sur l'une quelconque de ses parties métalliques.

» Si par un plan d'épreuve convenable, comme, par exemple, une épingle introduite par la pointe dans un cylindre capillaire de verre, et fixée avec la gomme laque, on examine l'état électrique des trois disques et de la sphère, on vérifiera la théorie exposée et les conséquences que nous allons en déduire :

» 1° Les deux disques fixes A, C s'électrisent contrairement au disque tournant B et à la sphère D.

» 2° Le disque tournant B ainsi que la sphère D offrent toujours l'électricité du milieu ambiant ; car si, au moyen d'une machine électrique, on rend positif ou négatif le milieu dans lequel on expérimente, le disque B et la sphère D seront positifs ou négatifs, tandis que les disques fixes A, C seront tous deux négatifs ou positifs. La même chose se produit si toutes les parties métalliques de l'instrument se chargent de positif ou de négatif ; puisque, dans le premier cas, les disques fixes deviendront négatifs et le reste sera positif. Dans le second cas, c'est l'effet contraire qui se produira.

» 3° Si l'électricité négative terrestre est suffisamment intense, les murs de la chambre seront électrisés semblablement et, par suite aussi, toutes les

parties de l'appareil, et les disques fixes deviendront positifs, et le reste négatif.

» 4° Si l'on opère dans l'obscurité, on voit parfois des étincelles entre le disque fixe et le disque tournant, lorsque celui-ci sort de sa position au-dessous du premier. Par suite, si le nombre de tours est trop grand, les accumulations peuvent devenir plus petites que si le nombre de tours était moindre.

» 5° En augmentant la surface de la sphère D, on obtient une augmentation d'effet sur le duplicateur.

» 6° Cet instrument, par le moyen de son disque tournant B, ou par la sphère, fait connaître la nature de l'électricité d'un milieu; par conséquent il peut servir à constater l'électricité de l'atmosphère, dans les temps ordinaires.

» 7° Plus le disque tournant s'approche des disques fixes, plus, à circonstances égales, les étincelles seront fréquentes; pourtant il est utile, dans certaines recherches, d'avoir soin que les disques ne soient par trop rapprochés, afin d'éviter les décharges entre eux.

» 8° Pour connaître, après un certain nombre de tours du disque inférieur B, la plus haute tension de l'une des parties métalliques de la machine, on mettra les trois autres parties en communication avec le sol; parce qu'alors l'électricité soumise à l'expérience aura une plus forte tension.

» 9° De quelque point que commence la rotation du disque intérieur A, les effets produits sur le duplicateur sont les mêmes.

» 10° Les quatre cylindres isolants, auxquels sont unis les trois disques A, B, C et la sphère D, s'électrisent sensiblement eux-mêmes pendant l'action du duplicateur, et leur électricité est de même nature que l'électricité accumulée sur les parties métalliques correspondantes. Ce fait doit être pris en considération lorsqu'on veut comparer entre eux les résultats des diverses expériences. La partie métallique du plan d'épreuve, pour vérifier l'électricité de ces cylindres, doit être humide.

» 11° Quand on met en communication avec le sol la sphère D, et que le disque B tourne, elle se maintient toujours à l'état naturel; mais les trois disques s'électrisent, le disque B négativement et les deux disques fixes positivement. Dans ce cas, le duplicateur de Nicholson correspond automatiquement à celui de Bennet. »

PHYSIQUE. — *Sur la quantité de magnétisme des électro-aimants.* Note de **M. A. Cazin**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Depuis la Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie le 11 mars dernier, j'ai été conduit, par de nouvelles expériences, à modifier ma formule des électro-aimants cylindriques pour ce qui concerne la loi des diamètres.

» J'ai substitué une fonction exponentielle à la fonction linéaire que j'avais d'abord employée, et la nouvelle formule s'applique à des noyaux cylindriques, dont le rayon varie de 1 à 40 millimètres. Cette formule s'écrit, avec les mêmes notations que dans ma Note précédente,

$$(1) \qquad m = As(1 - B^r)e^{\frac{6}{5}} \text{arc tang}\, C i e^{-\frac{6}{5}}.$$

» En prenant les unités que j'ai indiquées pour les variables, r rayon du tube, e son épaisseur, i intensité du courant, m quantité de magnétisme appliquée à chaque pôle, on a

$$(2) \qquad \begin{cases} \log A = \bar{5},80368, \\ \log B = \bar{2},83950, \\ \log C = \bar{1},50114. \end{cases}$$

» Les calculs dont il est ici question se font à l'aide de ces formules et de la suivante, qui exprime l'action d'un pôle magnétique sur un élément ds de courant, faisant l'angle ω avec la distance ρ de l'élément au pôle,

$$(3) \qquad f = 0,97 \frac{m i ds \sin\omega}{\rho^2}.$$

» L'unité de magnétisme se trouve déterminée par cette formule, quand on sait que l'unité de longueur est *le décimètre*, l'unité de force *le décigramme à Paris*, l'unité de courant celui qui décompose 9 *milligrammes d'eau en une seconde*.

» La formule (3) sert à exprimer les forces électro-magnétiques en unités de poids, et, en particulier ici, à calculer l'action de l'électro-aimant sur le conducteur annulaire *de la balance électro-dynamique*.

» La constante 0,97 a une signification physique assez simple; elle est la force produite par un pôle qui possède l'unité de magnétisme sur un courant rectiligne indéfini, égal à l'unité, et situé à 2 décimètres du pôle.

» Avec la formule (1) on a

$$(4) \qquad m_0 = A(1 - B) \text{ arc tang}\, C = 3,75.$$

» La formule (8) de ma Note du 11 mars donnait 5,26 (et non 26,297, nombre imprimé par erreur). Je pense avoir fait varier r entre des limites assez écartées, pour que la nouvelle valeur attribuée à m_0 soit très-voisine de la vérité.

» Je propose d'appeler la constante m_0 *le magnétisme spécifique absolu du fer.*

» *Magnétisme d'un faisceau de fils de fer.* — 200 tiges de fer, ayant 42 centimètres de longueur et 3 millimètres de diamètre, ont été disposées en forme de faisceau tubulaire de 8 centimètres de diamètre extérieur. On a mesuré la quantité de magnétisme acquise par ce noyau dans des circonstances déterminées. Puis on a calculé, par la formule (1), le magnétisme d'un tube de fer massif, ayant même longueur, même diamètre extérieur et même poids que le faisceau de fils, les autres circonstances restant les mêmes. Le magnétisme du tube a été trouvé plus grand que celui du faisceau; leur rapport était $\frac{19}{16}$.

» *Magnétisme du fer déposé par électrolyse.* — J'ai fait déposer dans l'atelier de M. Jacquin $34^{gr},29$ de fer sur la surface extérieure d'un cylindre de cuivre ayant 42 centimètres de long et 8 centimètres de diamètre. Ce cylindre servant de noyau, j'ai observé une force électro-magnétique de 16 centigrammes dans des circonstances déterminées. Calculant ensuite cette force à l'aide des formules (1), (2) et (3), j'ai trouvé $0^{gr},167$. Ainsi notre formule s'applique à une couche de fer obtenue par électrolyse et ayant $0^{mm},04$ d'épaisseur.

» Comme cette formule a été déduite d'observations faites sur le fer ordinaire laminé et forgé, son extension aux dépôts galvaniques prouve que la structure du fer n'a pas beaucoup d'influence sur le magnétisme temporaire.

» Il n'en est pas de même du magnétisme permanent. J'ai constaté, après M. Faye, que les dépôts galvaniques ont une assez grande force coercitive.

» *Magnétisme du nickel.* — M. Gaiffe m'a préparé un cylindre de cuivre recouvert de nickel par voie galvanique. Ce cylindre a les mêmes dimensions que le précédent; avec 70 grammes de nickel, ayant une épaisseur moyenne de $0^{mm},0748$ et dans les mêmes circonstances que précédemment, on a observé une force électromagnétique de 4 centigrammes. Si l'on calcule la force électromagnétique d'une couche de fer de même épaisseur, dans les mêmes circonstances, en se servant des formules (1), (2) et (3), on trouve $33^{cgr},32$; d'où il résulte que le magnétisme du nickel serait $\frac{1}{8}$ de celui du fer.

» Certaines particularités se sont présentées dans le dépôt galvanique du nickel, qui peuvent exercer une influence sur le magnétisme observé. Lorsqu'on eut déposé 30 grammes de métal sur le cylindre de cuivre, ce qui correspond à une épaisseur de $0^{mm},03$ environ, on craignit que l'adhérence des nouvelles couches sur les anciennes ne fût pas suffisante, et l'on déposa sur le nickel une mince couche de cuivre.

» Cette couche mit en évidence la structure du dépôt. Le sel de cuivre de l'électrolyte, pénétrant dans le dépôt par des fissures invisibles, et subissant sans doute une action *électrocapillaire*, le cylindre parut sillonné de nombreuses lignes transversales, espacées de quelques millimètres seulement. On reconnaissait ainsi que la couche de nickel était fendillée transversalement, ce qui peut s'expliquer par la structure cristalline de ce métal, dont les aiguilles cesseraient d'adhérer à la surface du cylindre dès que leurs dimensions sont assez grandes.

» Pour continuer le dépôt du nickel et éviter ce fendillement, nous procédâmes par couches alternatives de cuivre et de nickel jusqu'à ce que le poids total de ce dernier métal fût 70 grammes.

» La couche de 30 grammes ayant donné une force électromagnétique de 2 centigrammes, la couche totale donna 4 centigrammes; mais ces mesures ne sont pas assez précises pour qu'on puisse en conclure quelque chose relativement à l'aimantation des deux sortes de couches. Il y a là une question intéressante, que je me propose d'étudier par une autre méthode susceptible d'une plus grande précision.

» Je dois faire remarquer que les dépôts métalliques, obtenus par électrolyse, sont très-complexes, soit par leur structure, soit par leur composition chimique, lesquelles dépendent de la nature de l'électrolyte et des circonstances du dépôt. Les nombres précédents se rapportent donc aux circonstances spéciales dans lesquelles j'ai opéré. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution des sels acides en dissolution.* Note de M. **Berthelot**.

« 1. Examinons pourquoi la formation d'un bisulfate dissous, qui est une combinaison chimique véritable, se traduit par une absorption de chaleur, contrairement aux analogies. C'est que plusieurs effets se succèdent dans cette réaction, le phénomène dominant, c'est-à-dire la formation du bisulfate, envisagé en soi et à l'état pur, produisant réellement un dégagement de chaleur considérable.

» 2. Le calcul thermique de cette formation repose sur les données suivantes, déterminées entre 22 et 24 degrés.

» 1° D'après mes expériences, la dissolution de SO^4K (1 partie de sel + 50 parties d'eau) absorbe pour 1 équivalent de sel . . . . . $-3^{cal},02$.
La solution du même sel dans $11\frac{1}{2}$ parties d'eau, faite à l'avance, absorbe, lorsqu'on l'étend ensuite avec son volume d'eau. . . . . . . $-0^{cal},11$.
L'addition d'un nouveau volume d'eau. . . . . $-0^{cal},04$.
La solution dans $11\frac{1}{2}$ parties d'eau, étendue avec 5 volumes d'eau, absorbe environ . . . . $-0^{cal},16$.

» 2° $SO^4H + 110H^2O^2$, d'après Thomsen. . . . . $+8^{cal},54$.
J'ai trouvé que cette solution, étendue avec son volume d'eau, dégage . . . . $+0^{cal},14$
Si l'on ajoute à la liqueur diluée précédente 5 volumes d'eau . . . . $+0^{cal},19$ } $+0^{cal},33$.

» 3° S^2O^8KH (1 partie de sel + 50 parties d'eau). J'ai trouvé, pour 1 équivalent . . . . $-3^{cal},27$.
A la solution précédente on ajoute 1 partie de sel. . . . . . . $-3^{cal},72$,
c'est-à-dire que 1 partie de sel + 25 parties d'eau absorbent. . $-3^{cal},50$.

» On voit que la dissolution de ce sel absorbe d'autant plus de chaleur que la quantité d'eau est moindre, ce qui concorde avec le développement de chaleur produit par la dilution de ladite dissolution.

» 4° Soit le système initial SO^4H (1 éq. = 2 lit.) et SO^4K (1 éq. = 2 lit.), et le système final $[SO^4H + SO^4K]$ (1 éq. = 4 lit.)

» On peut passer de l'un à l'autre suivant deux marches différentes :

Première marche :	On mélange simplement les deux liqueurs		$-1^{cal},04$
Seconde marche :	On sépare SO^4H de la dissolution.	$-8,54$	
	On sépare SO^4K »	$+2,98$	
	On combine, à l'état anhydre, $SO^4K + SO^4H$	x	
	On dissout S^2O^8KH.	$-3,48$	
	Somme.	$-9,04 + x$	$= -1^{cal},04$

$$x = +8,0.$$

» Telle est la quantité de chaleur dégagée dans la formation du bisulfate de potasse à la température de 23 degrés. Celle du bisulfate de soude, avec le sulfate de soude anhydre, dégagerait + 8,2, d'après un calcul que je tire des anciennes données de Graham relatives aux chaleurs de dissolution. La formation des composés potassique et sodique, à l'état cris-

tallisé et par des réactions pareilles, dégage donc à peu près la même quantité de chaleur, relation qui s'applique à bien d'autres réactions.

» 3. D'après le calcul précédent, il est facile de comprendre pourquoi la formation des bisulfates dissous donne lieu à du froid au lieu de chaleur : c'est à cause de la succession, ou plutôt de la coexistence, de plusieurs réactions de signe contraire, les réactions endothermiques étant la séparation entre l'eau et l'acide sulfurique et la dissolution du bisulfate. Inversement la dilution d'une solution de bisulfate dégage de la chaleur, principalement à cause de la mise en liberté d'une certaine proportion d'acide, produit par le dédoublement partiel du sel, et qui réagit à mesure sur l'eau, en présence de laquelle il prend naissance. C'est en vertu d'une succession analogue, mais plus complexe encore, que l'acide sulfurique, préalablement étendu avec une certaine quantité d'eau, et le sulfate de soude cristallisé donnent lieu à un froid considérable, capable d'abaisser la température de — 28 degrés, dans les conditions les plus favorables. En effet, pendant cette dernière réaction, la séparation chimique entre le sulfate de soude et son eau de cristallisation, la séparation entre l'acide et l'eau qui lui était combinée, enfin la dissolution du bisulfate formé dans l'eau mise en liberté concourent au refroidissement.

» 4. Dans tous les cas, la formation du bisulfate alcalin est le phénomène dominant, accompli avec dégagement de chaleur, et dont l'accomplissement détermine et règle toutes les autres. Je vais en poursuivre les conséquences dans l'étude des actions exercées par les acides chlorhydrique et azotique sur les sulfates neutres. Mais auparavant j'ai désiré approfondir les phénomènes d'hydratation et de décomposition qui se produisent dans l'acte de la dissolution, en comparant le bisulfate de potasse anhydre avec le bisulfate hydraté.

» 5. J'ai d'abord cherché à préparer le premier sel en suivant les indications des Traités : En prenant la dose d'acide égale à 1 ou $1\frac{1}{2}$ équivalent, on prépare un sel cristallisé en prismes aiguillés très-déliés, auquel on attribue la formule S^2O^7K. J'ai obtenu en effet ce sel, qui est très-beau et très-bien défini ; mais je n'ai pas vérifié le singulier phénomène que sa formation présenterait, à savoir la formation d'un sel anhydre en présence d'un léger excès d'acide, composé qu'un plus grand excès d'acide changerait en sel hydraté. En effet ce sel précédent n'est pas un bisulfate anhydre. Séché à 120 degrés, il a fourni à l'analyse

SO^4K	69,8
SO^4H	30,7

» Le premier nombre n'est pas éloigné de la composition d'un bisulfate anhydre, ce qui aura occasionné l'erreur que je relève; mais le second répond à la composition suivante : $4SO^4K + 3SO^4H$.

» D'après cette composition, il est facile de comprendre pourquoi un excès d'acide change ce sel en bisulfate rhomboédrique. On voit en même temps que les équilibres divers qui caractérisent l'état de dissolution peuvent se traduire par la formation de composés définis intermédiaires.

6. Pour préparer le véritable bisulfate anhydre, j'ai fait agir l'acide anhydre sur le sulfate de potasse sec et j'ai fondu le sel résultant au bain d'huile, vers 180 degrés, dans un courant d'acide carbonique sec. La masse obtenue offrait très-exactement la composition S^2O^7K.

7. 1 partie de ce sel, mise en présence de 40 parties d'eau, s'y dissout aisément, avec des phénomènes thermiques très-caractéristiques. La dissolution a lieu d'abord avec un refroidissement notable, et qui s'est élevé jusqu'à $-1,91$ pour un équivalent de sel; mais ce nombre varie d'une expérience à l'autre, parce qu'on n'a pas le temps d'opérer la dissolution totale du sel sans le décomposer. En effet, au bout d'une minute environ, le thermomètre remonte et l'on observe un réchauffement, d'abord rapide, puis plus lent, et qui devient inappréciable au bout de cinq ou six minutes. Il s'élève alors en tout à $+0,58$ pour 1 équivalent de sel (à partir du moment qui précède le début de la dissolution).

» Ces deux effets contraires représentent, ce me semble : le premier, la *dissolution pure et simple du bisulfate anhydre;* et le second, *sa combinaison avec l'eau*. Cette combinaison est loin d'ailleurs d'être terminée au bout de quelques minutes. En effet, ayant ajouté, aussitôt après avoir pris les mesures précédentes, 1 équivalent de potasse à la liqueur, de façon à tout changer en sulfate neutre, j'ai obtenu un dégagement de $+17,11$.

» Si j'avais opéré sur une solution équivalente de bisulfate hydraté, j'aurais dû obtenir $+16,24$ (1). La différence $17,11 - 16,24 = 0,87$ doit donc s'ajouter à $+0,58$, ce qui fait $+1,45$ pour la chaleur dégagée, lorsque le bisulfate anhydre est changé en bisulfate dissous. On voit que la transformation est progressive, même au sein de la dissolution : ce sont là des circonstances analogues à celles que nous avons signalées, M. Lougui-

(1) Le bisulfate de potasse hydraté, au moment qu'il vient d'être dissous, fournit par la potasse exactement la même quantité de chaleur qu'un mélange équivalent des solutions de sulfate de potasse et d'acide sulfurique : la liqueur atteint donc aussitôt son état d'équilibre. Au bout d'une semaine, on a encore le même chiffre.

nine et moi, dans le changement de l'acide acétique anhydre en acide hydraté, et dans la réaction du bromure butyrique sur l'eau.

» 8. Calculons maintenant la chaleur dégagée dans la combinaison de l'acide sulfurique anhydre avec le sulfate de potasse sec, pour former le bisulfate anhydre $SO^3 + SO^4K = S^2O^7K$.

Système initial: Acide anhydre, sulfate sec et eau (4 litres environ).

Système final : Bisulfate hydraté en dissolution.

Première marche :	$SO^3 + SO^4K = S^2O^7K$ dégage	x
	$S^2O^7K + HO + Aq = S^2O^8KH$ dissous...	$+1,45$
	Dilution, environ	$+0,11$
		$x + 1,56$

Seconde marche : SO^3 + eau; SO^4K + eau; puis action réciproque.

» J'ai déterminé de nouveau la chaleur dégagée dans la réaction de l'anhydride sulfurique sur l'eau, les nombres de M. Hess (20,4) et de M. Abria (17,6 à 18,0) étant peu concordants. J'ai trouvé

1 partie d'acide sulfurique anhydre + 400 parties d'eau, pour SO^3...		$+18,70$
»	+ 172 » ...	$+18,60$

nombres voisins de ceux de M. Abria, mais qui sont encore un peu faibles, parce que je n'ai pas réussi à éviter la formation de traces de vapeurs acides échappées du calorimètre. On a donc

SO^3 + eau	$+18,65$
SO^4K + eau	$-2,98$
Réaction $SO^4H + SO^4K$....	$-1,04$
Somme.....	$+14,63$

» Donc $x = 14,63 - 1,56 = +13,0$, chaleur dégagée lorsque $SO^3 + SO^4K$ forment S^2O^7K solide.

» L'hydratation de ce sel $S^2O^7K + HO = S^2O^8KH$ dégage $+5,0$, ou la moitié de la chaleur dégagée par $SO^3 + HO = SO^4H$, soit 10,1. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les carbures pyrogénés de Péchelbronn (Bas-Rhin).* Note de **M. J.-A. Le Bel.** (Suite.)

« En traitant par l'acide iodhydrique à chaud la portion de ce carbure qui passait entre 30 et 40 degrés, et qui contient de l'amylène et son hydrure, on obtient, comme je l'ai fait voir dans un précédent Mémoire, l'iodhydrate d'un amylène qui parait être l'éthyl-allyle; mais, outre le pro-

duit iodé qui passe à 145 degrés, on trouve une certaine quantité d'iodure qui s'étage entre 130 et 145 degrés. Après plusieurs distillations qui avaient pour but de rechercher l'iodhydrate de butylène que le produit pouvait contenir, on a analysé les premières parties qui continuaient à passer à 130 degrés et qui fournirent exactement les chiffres de l'iodure d'amyle. Une très-faible quantité, passant entre 120 et 130 degrés, a donné à l'analyse une proportion d'iode moindre, on n'avait donc point d'iodhydrate de butylène. Il était évident dès lors que le carbure employé contenait deux amylènes isomères dont les iodhydrates bouillaient, l'un à 145 degrés, l'autre à 130.

» Le moyen de les séparer a été trouvé par hasard; on avait préparé du chlorhydrate d'amylène par l'action de l'acide chlorhydrique *à froid*. Ce composé, bouillant à 87 degrés, se rapprochait déjà par là du chlorhydrate de l'amylène d'huile de pommes de terre; on l'a transformé en iodhydrate bouillant à 130 degrés, et en isoalcool bouillant à 105 et 107 degrés: on avait donc isolé l'un des deux amylènes. Comme vérification, après le traitement à froid, on a chauffé au bain-marie et en vase clos avec l'acide chlorhydrique concentré, et on a eu un chlorhydrate passant vers 95-96 degrés, correspondant à l'éthyl-allyle.

» Ce moyen de séparation relativement facile a été appliqué aux carbures passant entre 60 et 70 degrés; l'on a réussi à séparer deux chlorhydrates d'hexylène bouillant, l'un à 111-113 degrés, l'autre préparé à chaud bouillant à 121-122 degrés.

» L'acide iodhydrique a fourni les mêmes résultats; néanmoins la réaction est trop énergique, et on a de la peine à empêcher la température de s'élever; du reste le prix de ce réactif et l'instabilité des iodhydrates, surtout de celui d'hexylène, doivent faire préférer l'acide chlorhydrique. Les chlorhydrates se prêtent tout aussi bien aux transformations que les iodhydrates, quand il s'agit de les convertir en isoalcools.

» Comme on disposait de quantités assez importantes d'héxylène, on a essayé de vérifier si on pouvait passer à l'isoalcool par l'intermédiaire de l'acide sulfurique. La possibilité de cette transformation annoncée par M. Berthelot, puis contestée, a été vérifiée successivement pour le butylène et l'amylène. Avec l'hexylène, elle est excessivement difficile; car, dès que la température s'élève un peu, tout le carbure se polymérise. On n'a pu réussir qu'en faisant passer un courant très-lent de carbure par un tube fin pénétrant dans une petite boule de verre renfermant de l'acide sulfurique à 66 degrés B., et plongée elle-même dans un mélange réfrigérent.

On avait disposé consécutivement plusieurs de ces barbotteurs qui ont fourni une quantité assez notable d'un composé sulfoconjugué. Celui-ci a été décanté, puis décomposé par addition d'eau ; la couche huileuse séparée de l'eau acide a été séchée et rectifiée. On a eu du dihéxylène bouillant au-dessus de 160 degrés et un tiers environ d'isoalcool héxylique bouillant de 135 à 140 degrés. L'analyse a donné un faible excès de carbone, dû à la présence d'une petite quantité de carbure d'hydrogène ; le corps avait du reste l'odeur caractéristique des isoalcools amylénique et hexylénique, faits par la méthode ordinaire, et il était sensiblement soluble dans l'eau.

» Cette transformation rend probable l'existence d'un acide sulfoconjugué analogue à l'acide éthylsulfurique ; seulement il est décomposé par l'eau et à plus forte raison par les alcalis, et ne peut former de sulfosels ; la non-existence du sulfosel paraît caractéristique pour les isoalcools.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la fabrication des matières colorantes dérivées de l'aniline.* Note de **MM. Ch. Girard** et **G. de Laire**, en réponse à une Communication récente de M. *Lauth.*

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus de l'Académie*, le 8 juillet, M. Lauth nous reproche d'avoir qualifié de méthode nouvelle le procédé qui consiste à oxyder les monamines secondaires aromatiques ou aromatiques et alcooliques, pour obtenir directement les triamines colorantes substituées. Pour motiver ce reproche, M. Lauth rappelle que, dès 1861, il avait publié le fait de la production d'une matière colorante violette par l'oxydation de la méthyl-aniline.

» Nous sommes bien éloignés de vouloir contester ou diminuer en rien les travaux de M. Lauth, au mérite et à l'utilité desquels nous rendons justice autant que personne ; mais qu'il nous soit permis de dire que, dans le Mémoire qu'il a cité, il s'est borné à l'observation d'un fait particulier, qu'il déclare sans importance industrielle, et qu'il n'en a point tiré de conséquences générales, ni cherché à en déduire une méthode pour la production des triamines colorantes substituées.

» C'est, au contraire, ce que nous nous sommes attachés à faire, et ce à quoi nous sommes parvenus, croyons-nous : 1° en donnant une méthode simple et générale pour la production des monamines secondaires ; 2° en constatant la généralité du fait de leur transformation en triamines colorantes substituées par élimination d'hydrogène.

» Mais il est bien évident que nous n'avons nullement la prétention de nier l'importance des faits particuliers, antérieurement ou même postérieurement acquis sur ce sujet. Nous savons, au contraire, rendre la justice aux recherches des observateurs qui nous ont précédés, comme MM. G. Williams, Lauth, Hofmann, et à celles de ceux qui nous ont suivis, comme MM. Bardy et Poirrier, dont le mérite est incontestable (1).

» M. Lauth nous reproche également d'avoir exagéré les dangers de la fabrication de la rosaniline par l'acide arsénique. Nous croyons n'avoir rien exagéré, et, pour le prouver, il nous suffira de rappeler, entre autres procès occasionnés par l'empoisonnement arsénical du sel ou des eaux, ceux qu'ont eus à Bâle et à Zurich MM. Muller, Gagy et Poirrier, dont l'habileté comme fabricants est reconnue. »

GÉOLOGIE. — *Étude des dégagements gazeux de Santorin pendant la fin de l'éruption de* 1866. Note de **M. Gorceix**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Dans deux Notes précédentes, j'ai résumé les observations que j'ai pu faire à Santorin à différentes époques, de 1869 à 1871. Les nombreux dégagements gazeux qui se trouvent autour du volcan de cette île ont été l'objet de quelques analyses faites, soit sur place, soit à l'École française.

12 avril 1870.	Fumerolle M à 200 mètres du cône Georges ($T = 115°$).	Fumerolle N sur le revers du ravin qui sépare le cône Georges de la coulée de Lave ($T = 110°$).
Acide chlorhydrique	19,4	1,0
Acide sulfureux	12,0	0,4
Acide carbonique	68,5	98,5
	99,9	99,9

Le dosage a été opéré au moyen d'une liqueur de potasse, où l'on avait fait passer le gaz. La quantité d'acide carbonique doit être un peu trop faible.

(1) MM. A. W. Hofmann, 1850, *Annales de Chimie et de Pharmacie*,
Greville Williams, 30 avril 1859, *Patente anglaise* n° 1090,
Lauth, 1861, *Répertoire de Chimie*,
Ch. Girard et G. de Laire, mars 1866, *Brevet*,
Bardy et Poirrier, juin 1866, *Id.*,
Lauth, décembre 1866, *Id.*

Seconde analyse (12 avril 1870). Fumerolle N.

$\left.\begin{matrix} Co^2 \\ Hcl \\ So^2 \end{matrix}\right\} = 28,4.$ Oxygène $= 14$. Azote $= 57,3$.

» *Port de Vulcano.* — Le port de Vulcano est le siége de nombreux dégagements gazeux, ayant lieu au milieu de courants d'eau chaude, salée, prenant des teintes jaune ou rouge, et laissant déposer une couche épaisse de rouille.

	Port de Vulcano, pris de la Chapelle catholique. Eau salée avec dépôt de rouille.										Port Georges. L'eau est légèrement laiteuse.		Port St Nicolas
	24 déc. 1869. T = 60	25 déc. 1869. T = 50	9 avril 1870. T = 54	12 avril 1870. T = 55	13 avril 1870. T = 49	13 avril 1870. T = 49	13 avril 1870. T = 49	13 avril 1870. T = 49	22 juin 1870. T = 49	14 oct. 1871. T = 49	9 avril 1870. T = 19	23 avril 1870. T = 19	T Eau = 30 Air = 24 21 mai 1870.
Acide sulfhydrique...	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Traces	Traces	»
Acide carbonique....	90,0	89,6	79,1	87,0	77,3	71,5	75,6	84,7	97,1	95,9	96,2	98,8	97,6
Oxygène...	0,9	0,9	0,5	»	»	»	»	»	»	0,5	0,2	0,4	0,4
Azote...............	9,1	9,4	20,4	13,0	22,6	28,5	24,4	15,3	2,9	3,4	3,5	1,8	1,9
Hydrog. protocarboné.	Plusieurs essais en ont indiqué des traces. Au 12 avril, le gaz en contenait 0,3.										Traces		0,1
Hydrogène..........	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	100,0	99,9	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0	1,000	1,000	99,8	99,9	100,0	100,0

» Ces dégagements ont lieu en deux points principaux : 1° dans la mer, à peu de distance de l'ancien quai; 2° au fond d'une petite anse qui s'avance jusqu'au pied du cône Georges, à peu de distance de la petite chapelle catholique.

	24 octobre 1869. T = 30°.	25 décembre 1869.	9 avril 1870. T = 28°.	9 avril 1870. 2e essai.	12 avril 1870.	23 avril 1870. T = 46°.	21 mai 1870.
Acide carbonique......	86,0	Le dégagement	43,7	52,1	37,5	78,0	Dégag.
Oxygène.............	1,0	a	2,7	2,0	1,7	0,5	presque
Résidu ne brûlant pas..	13,0	disparu.	53,6	46,9	60,8	21,5	nul.
	100,0		100,0	100,0	100,0	100,0	

» Au mois de juin, le dégagement n'existe plus. Au mois d'octobre 1871, l'eau ne coule plus et le dégagement n'a pas reparu.

» Le résidu, bien que n'ayant pu brûler, renfermait au 12 avril une petite quantité d'hydrogène protocarboné :

Acide carbonique	37,4
Azote	59,8
Oxygène	1,7
Hydrogène protocarboné	1,0
	99,9

» Les proportions de gaz combustible sont très-faibles; un seul gaz en renfermait des quantités notables, et il a été possible d'y reconnaître la présence de l'hydrogène libre. Il avait été recueilli au mois de décembre 1870, à la base du cône Georges. Il a pour composition :

Acide carbonique	63,3
Oxygène	6,5
Azote	28,6
Hydrogène protocarboné	0,5
Hydrogène	0,8

Gaz extrait de l'eau de mer recueillie sur la côte est de la coulée de 1861.

Acide carbonique	25,5
Oxygène	10,1
Azote	64,3
	99,9

» Comme au début de l'éruption dans les fumerolles acides, l'acide chlorhydrique est en proportion plus grande que l'acide sulfureux.

» L'abaissement de température coïncide avec une diminution dans les proportions de ces deux acides.

» Les gaz combustibles n'existent plus qu'en très-faible quantité dans les dégagements gazeux de Santorin. En 1870, l'hydrogène a totalement disparu, et l'hydrogène protocarboné seul subsiste encore. Dans la grande période d'activité du volcan, l'hydrogène au contraire dominait et formait la presque totalité des gaz combustibles. Son apparition correspond donc à un état plus actif du volcan, conclusion admise déjà par M. Fouqué. Dans les dégagements de Tulcano, du port Georges, du port Saint-Nicolas, les proportions d'acide carbonique augmentent à mesure que l'activité du cône central diminue, et ces dégagements semblent revenir à l'état où ils se trouvaient avant l'éruption de 1866, qui n'aura troublé que momentanément leur composition. »

MÉTÉOROLOGIE COSMIQUE. — *Chute d'un aérolithe dans la commune de Lancé, canton de Saint-Amand (Loir-et-Cher).* Note de **M. DE TASTES**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Le 23 juillet, entre 7 et 11 heures du matin, plusieurs groupes orageux avaient traversé le département d'Indre-et-Loire, et les manifestations électriques n'avaient atteint une intensité assez considérable que dans le canton de l'Ile-Rouchard. A $5^h 25^m$ (temps moyen de Tours), le ciel ne présentait plus trace, dans toute l'étendue du département, de nuages orageux; le soleil brillait, à peine voilé de temps en temps par de légers cirro-cumuli; la brise, qui soufflait depuis l'orage du sud-sud-ouest, était complétement tombée, lorsqu'une violente détonation, suivie d'un roulement prolongé, se fit entendre dans la direction du nord-est. Beaucoup de personnes, encore sous l'influence des souvenirs orageux de la matinée, crurent à un coup de tonnerre. Je me trouvais alors sur le canal de jonction du Cher à la Loire. Dans l'isolement et le silence le plus complet, cette détonation ressemblait à celle d'une pièce de canon de fort calibre, tirant à une distance de 3 kilomètres, et qui aurait été suivie d'un feu roulant de mousqueterie, prolongé pendant 30 à 40 secondes. Bien que cette explosion ait produit sur moi un singulier sentiment de constriction dans la région précordiale, sentiment que je n'avais jamais éprouvé et que j'attribuai d'abord à un effet de choc en retour, l'aspect du ciel excluait toute idée de décharge électrique. A Tours, où l'explosion avait été entendue, on parlait d'explosion de poudrière, de mines, de locomotives, et les rumeurs les plus variées circulaient dans le public.

» Le lendemain, les renseignements de nos correspondants des communes commencèrent à me parvenir : l'explosion avait été entendue dans presque toute l'étendue du département, mais son intensité allait croissant à mesure qu'on s'approchait des limites nord-est du département; les communes de Monthodon, Neuville, Châteaurenaut, Beaumont-la-Ronce, Dammarie avaient été terrifiées par une explosion épouvantable, faisant trembler le sol et les maisons; on parlait d'un petit nuage de fumée qui s'était produit dans la direction de Saint-Amand (Loir-et-Cher), au moment où le bruit s'était fait entendre. Il s'agissait évidemment de l'explosion d'un bolide. Si le phénomène se fût produit pendant la nuit, il eût été d'une rare magnificence, et les témoins oculaires abonderaient; mais, produit à $5^h 30^m$ du soir, au sein d'une atmosphère éclairée par un beau soleil, il n'a pu frapper qu'un petit nombre d'observateurs, qui, par hasard, avaient dans ce moment leurs regards tournés vers le ciel.

» A $5^h 20^m$, un propriétaire cultivateur du canton de l'Ile-Bouchard (1), se trouvant dans la campagne, entre Champigny et Brisay (*voir* la carte ci-jointe), frappé d'un redoublement subit de l'intensité de la lumière, leva les yeux et vit passer au-dessus de lui (je cite textuellement les termes de sa lettre) *une lance de feu se dirigeant avec une vitesse énorme du sud-ouest au nord-ouest..... Ce météore parut se dédoubler en deux boules du côté de la pointe de la lance; un des globes parut s'incliner et l'autre se redresser; il sembla alors que la flèche lumineuse s'enfonçait dans un nuage du côté de Sainte-Maure..... Je regardai immédiatement à ma montre : il était* $5^h 20^m$ *; la couleur était aurore orangée,*

(1) M. Mestayer.

un peu plus brillante au moment de la séparation des deux globes. Je ne pensais déjà plus à mon météore, lorsque j'entendis un coup sec, sans écho, dans la direction de Tours. Je pensai que ce pouvait être le bruit de l'explosion du météore; je consultai ma montre : il était $5^h 26^m$*; six minutes s'étaient donc écoulées entre la disparition et le coup sec que je venais d'entendre.*



A, point où le météore a été signalé par M. Mestayer. — B, lieu de la chute de l'aérolithe.

Nota. — On a inscrit sur cette carte les noms des communes où des renseignements relatifs aux bolides du 23 juillet ont pu être recueillis.

» L'observateur ajoute cette remarque très-judicieuse que l'apparence de lame de feu, ou de fusée est due à la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, et qu'il s'agit, non d'une lame de feu, mais d'un corps lumineux marchant très-vite. J'ajouterai que l'effet de la prétendue bifurcation est dû également à une illusion. Il s'agit de deux corps lumineux, très-rapprochés et marchant très-vite; au moment où ils passent au-dessus de l'observateur, il ne distingue qu'un sillon lumineux, mais, lorsqu'ils s'éloignent de lui, leur déplacement angulaire, devenant de moins en moins rapide, arrive à être presque nul, et l'œil peut percevoir les deux objets distants.

» Ceci n'est point une supposition purement théorique. L'instituteur de Thilouze m'écrit qu'il a vu distinctement passer dans le sud du bourg deux corps lumineux, *comme deux*

flammes de chandelle, marchant parallèlement avec une grande vitesse du sud-ouest au nord-est. Mais voici un témoignage encore plus précis : Le chef d'une importante usine métallurgique de Tours, M. Fusciller, étant assis dans un jardin et les yeux fixés par hasard vers le ciel, voit passer au sud de Tours, mais assez près du zénith, deux corps lumineux, marchant parallèlement à une hauteur qu'il évalue à environ 50 mètres, et ayant la forme d'une espèce de bouteille, qu'on pourrait encore comparer aux larmes symboliques des tentures funèbres. Leur couleur est orangée, le sommet tire sur le blanc d'argent. L'observateur évalue leur dimension ainsi qu'il suit, non en dimension apparente, mais en dimension absolue : 2 décimètres de diamètre horizontal dans la partie la plus large sur 4 décimètres de hauteur. Cette appréciation, si difficile à faire lorsqu'on voit à une distance inconnue un objet de dimension également inconnue, me paraît erronée.

» A Tours, la vitesse du double météore est évidemment ralentie : M. Fusciller l'évalue à celle d'un train express.

» Ces détails, quoique bien incomplets, ne me laissant aucun doute sur l'existence d'un double bolide, dont l'explosion a dû se produire à peu de distance de la limite nord-est de notre département et sur le territoire de Loir-et-Cher, je suis parti ce matin, 27 juillet, pour Château-Renaut, où j'ai appris que l'explosion a eu lieu à une faible distance de Saint-Amand, et qu'un volumineux aérolithe est tombé dans un champ situé près de la limite de la commune de Lancé et de Saint-Amand. Il s'est enfoncé à $1^m\ 50^c$ dans le sol, il a traversé tout le terrain meuble et s'est arrêté au tuf formé d'une marne calcaire ; on l'a extrait de la terre et transporté à la mairie de Saint-Amand. Je me suis immédiatement rendu à ce petit chef-lieu de canton, où j'ai pu contempler le curieux météorite. J'ai reconnu la justesse de la description de M. Fusciller. L'explosion a détaché la partie inférieure de la bouteille, qui est tombée tout d'une pièce sur le sol et s'est fendue en trois morceaux qui se sont séparés lorsqu'on a voulu l'extraire du trou. (On les a réunis depuis, à l'aide d'une ceinture de corde.) La partie supérieure, réduite en menus fragments, s'est dispersée ; on retrouvera ces fragments dans les champs de blé après la moisson.

» Les témoignages de MM. Mestayer, Benoist de Thilouse et Fusciller ne laissent aucun doute sur l'existence de deux météores distincts et cheminant parallèlement à une faible distance l'un de l'autre. Maintenant ont-ils éclaté simultanément, ou l'un deux a-t-il continué sa route pour aller éclater plus loin ? C'est ce qu'il est difficile de décider. Cependant plusieurs personnes affirment avoir entendu deux explosions, presque simultanées, mais cependant distinctes ; d'autres, et c'est le plus grand nombre, n'ont entendu qu'une seule explosion. Le fragment recueilli à Lancé est évidemment la partie inférieure de l'un des bolides, ce qu'on pourrait appeler le culot de la bouteille.

» En rapprochant les dimensions indiquées de la description donnée par M. Fusciller, on est fortement tenté de conclure que les météores étaient à une faible hauteur au moment où ils ont passé sur Tours, et qu'ils suivaient une trajectoire presque parallèle au plan de l'horizon. Quant à la vitesse moyenne pendant la traversée du département, on peut la déduire approximativement de l'observation de M. Mestayer ; la distance qui sépare le lieu où se trouvait cet observateur du lieu de l'explosion est de 80 kilomètres, et, montre en main, il a compté six minutes entre l'apparition du météore et l'audition du bruit. Ces 360 secondes sont la somme du temps employé par le bolide à parcourir 80 kilomètres et du

temps employé par le son à parcourir le même trajet, ce qui fournit la relation

$$360'' = \frac{80,000^{m}}{V} + \frac{80,000}{340}; \quad \text{d'où} \quad V = 640^{m}. \text{ »}$$

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

ERRATA.

(Séance du 8 juillet 1872.)

Page 67, ligne 9, *au lieu de* porte sur son bord sept traits transparents comprenant six divisions dont la largeur correspond à cinq divisions du disque mobile, de sorte que ce second disque..., *lisez* porte sur son bord six traits transparents comprenant des divisions dont la largeur est telle que ce second disque....

(Séance du 15 juillet 1872.)

Page 159, ligne 14, *au lieu de* ne sont pas, *lisez* n'étaient pas.

(Séance du 22 juillet 1872.)

Page 189, ligne 28, *au lieu de* disparition, *lisez* disposition.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AOUT 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la fermentation alcoolique; par* **M. DUMAS**. [Extrait (1).]

« L'Académie a suivi avec intérêt la discussion qui s'est élevée naguère dans son sein au sujet des fermentations et des ferments. Je n'ai donc pas besoin de m'excuser vis-à-vis d'elle, si je viens l'entretenir aujourd'hui d'un sujet dont elle a marqué elle-même l'importance; mais je la prie d'accueillir avec indulgence les tentatives auxquelles je me suis livré, dans cette matière pleine de difficultés, pour amener sur le terrain de l'expérience des questions laissées jusqu'ici dans le domaine de l'hypothèse.

» Il y a deux classes de ferments : les uns, dont la levûre de bière représente le type, se perpétuent et se renouvellent quand le liquide où s'opère la fermentation leur offre l'aliment dont ils ont besoin; les autres, qui ont pour type la diastase, se détruisent toujours quand ils exercent leur action. Je me suis renfermé d'abord dans l'étude d'un phénomène unique,

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

l'action de la levûre de bière haute, sur la dissolution de sucre candi pur, à la température de 20 ou 25 degrés.

» Quatre explications ont été proposées pour en rendre compte :

» 1° La théorie physiologique qui en fait une conséquence de la vie des cellules de levûre de bière et un résultat du fonctionnement de cet organisme;

» 2° La théorie qui, localisant le pouvoir destructeur du sucre, l'attribue au liquide que contiennent les cellules de levûre et qu'elles laisseraient exsuder dans la liqueur sucrée;

» 3° La théorie de Berzélius, qui voit dans la fermentation une des applications de la force catalytique, c'est-à-dire une action de contact;

» 4° La théorie de M. Liebig, qui la considère comme une décomposition chimique produite par influence, au moment où le ferment tombe en pourriture.

» Notre illustre doyen, M. Chevreul, rappelait naguère à l'Académie que les anciens chimistes avaient comparé souvent les phénomènes de la germination et de la multiplication des plantes avec ceux de la fermentation et de la multiplication des ferments. Si les alchimistes ont abusé quelquefois de ces analogies, il est vrai de dire, cependant, qu'entre les semences des plantes et les ferments il existe des points de contact manifestes, qui ne leur avaient point échappé.

» Comment cette doctrine, qui trouvait sa confirmation si précise dans les observations de Cagniard-Latour et de Turpin et plus tard dans les travaux approfondis de M. Pasteur, a-t-elle été délaissée par deux savants illustres : Berzélius et M. Liebig ?

» Je serais conduit trop loin si je voulais rendre compte des circonstances qui expliquent cette préférence. Je me borne à examiner : 1° Si une action chimique quelconque s'accomplissant au milieu d'un liquide sucré peut ébranler la molécule du sucre et la convertir en alcool et acide carbonique; 2° si une portion de sucre en pleine fermentation peut transmettre à une autre portion de sucre le mouvement dont elle est animée; 3° si pendant que la fermentation s'accomplit, d'autres actions chimiques peuvent se produire sous son influence et par entraînement.

» *Le mouvement de fermentation peut-il se communiquer à distance?* L'ébranlement admis par M. Liebig comme cause de la fermentation a toujours lieu quand le sucre se décompose; il pourrait donc se communiquer à distance, comme les expériences de M. Abel et celles de MM. Champion et Pellet le prouvent pour les corps détonants, et le sucre appartient à cette

classe de corps, car il se décompose en dégageant de la chaleur, au lieu d'en absorber; cet ébranlement peut choisir ceux qu'il provoquera et être déterminé lui-même par d'autres ébranlements par lesquels il serait choisi.

» La première question qui se présente est donc celle-ci : La fermentation du sucre est-elle le résultat d'un mouvement susceptible de se transmettre à distance?

» J'ai essayé de la résoudre, d'abord au moyen d'un tube en U, à deux larges branches, réunies par un tube capillaire formant la courbure.

» Dans l'une des branches, j'ai placé du sucre en solution dans l'eau avec de la levûre de bière fraîche; dans l'autre, une solution de sucre pur. La courbure a été remplie par un liquide, à travers lequel se seraient transmises, si elles en eussent été susceptibles, ces vibrations excitées par la levûre en décomposition, auxquelles M. Liebig attribue la fermentation alcoolique.

» La courbure capillaire étant occupée par des dissolutions de glucose ou de sucre candi, par de la glycérine, du chlorure de carbone, du chloroforme, du sulfure de carbone ou bien par des dissolutions concentrées de chlorure de calcium, de sulfate de soude, de nitrate de potasse, d'acétate de potasse, de carbonate de soude, de potasse caustique, il a été impossible de découvrir la moindre apparence d'action, transmise du liquide sucré en fermentation, au liquide sucré privé de levûre et ne fermentant pas.

» Au bout de deux ou trois jours la fermentation, après avoir manifesté la plus grande activité, étant achevée ou très-ralentie, dans l'un des tubes, on a constamment trouvé que la liqueur sucrée du tube opposé n'offrait aucun signe de fermentation et était même entièrement exempte de sucre interverti.

» Si, au lieu d'employer des solutions aqueuses ou des liquides organiques, on place du mercure dans la courbure capillaire, le résultat est le même. La fermentation s'établit et se termine dans la branche qui contient la levûre; elle ne se manifeste pas dans celle qui ne contient que du sucre, et ce sucre ne s'intervertit pas.

» Aucun liquide ne peut donc servir de véhicule à ces mouvements nés autour d'un ferment en action, et qui pourraient déterminer à distance l'ébranlement et la décomposition du sucre, s'ils étaient transmis.

» A la vérité, les colonnes capillaires des liquides employés comme intermédiaires ont toujours une longueur sensible. Peut-être en serait-il autrement si l'on pouvait interposer entre le liquide en fermentation et le liquide sucré pur un obstacle d'une grande ténuité.

» J'ai cherché à résoudre cette question au moyen d'une membrane de collodion aussi mince qu'une pelure d'oignon, placée comme diaphragme entre deux tubes abouchés et serrés l'un contre l'autre par un appareil à vis.

» *a.* Dans l'un des tubes j'ai mis de l'eau de levûre, et dans l'autre du sucre pur dissous dans l'eau bouillie et refroidie hors du contact de l'air. Au bout de vingt-quatre heures, le sucre n'offrait aucun indice d'interversion. La même solution sucrée et la même eau de levûre ayant été mêlées offraient, au contraire, les indications de la présence d'une quantité considérable de sucre interverti.

» *b.* Dans une deuxième expérience, j'ai mis dans l'un des tubes du sucre candi en solution dans l'eau, tandis que je plaçais dans l'autre de la levûre de bière délayée dans l'eau. Au bout de vingt-quatre heures, on n'a pu reconnaître dans le premier, ni indice de fermentation ni trace de sucre interverti.

» *c.* Dans une troisième série d'épreuves, l'un des tubes ayant reçu la solution de sucre pur, on plaçait dans l'autre la même solution sucrée avec addition de levûre en quantités variables, de manière à terminer la fermentation, tantôt en quatre ou cinq jours, tantôt en deux ou trois jours. Le tube qui n'avait reçu que de l'eau sucrée sans levûre n'a jamais offert signe de fermentation ou d'interversion du sucre, quoique l'acide carbonique produit d'un côté ait passé souvent par endosmose du côté opposé.

» Ainsi, une membrane de collodion, dont l'épaisseur n'atteint pas $\frac{1}{10}$ de millimètre : 1° arrête l'action de l'eau de levûre sur le sucre de canne et le préserve d'interversion ; 2° elle arrête l'action de la levûre elle-même sur le sucre ; 3° elle préserve le sucre pur de l'action d'un mélange de levûre et de sucre en pleine fermentation.

» Enfin, dans la partie inférieure d'un tube, j'ai mis $0^{gr},010$ de levûre délayée dans 20 centimètres cubes de dissolution sucrée au $\frac{1}{5}$, sur laquelle on a fait couler doucement, pour éviter le mélange, 20 centimètres cubes de dissolution sucrée au $\frac{1}{100}$; après vingt-quatre heures, la colonne supérieure était restée limpide ; le sucre n'y offrait ni trace d'interversion ni signe de fermentation. Dans la colonne inférieure, le sucre était interverti et la fermentation suivait son cours habituel.

» Ainsi, qu'on interpose entre l'eau sucrée et la levûre prête à agir ou en pleine activité une tranche de liquide contenu dans un tube capillaire, une membrane imperméable formée de collodion, ou même qu'on se borne

à superposer les deux liquides, le résultat est le même. Le sucre reste intact : il ne fermente pas; il n'éprouve même pas cette interversion, qui est la préparation *préliminaire* à toute fermentation alcoolique du sucre de canne.

» Il est donc permis de dire qu'on ne connaît jusqu'ici aucun fait qui vienne à l'appui de l'opinion qui attribue la fermentation à des mouvements partant d'un corps en décomposition et transmis au sucre. Au contraire, l'expérience semble prouver qu'à travers les colonnes liquides les plus courtes, les membranes les plus minces, ou même sans intermédiaire, les liqueurs sucrées n'éprouvent aucune influence de la part du ferment, et qu'il faut le contact immédiat et direct.

» *La fermentation peut-elle être provoquée par une action chimique, ou peut-elle provoquer cette action?* — J'ai essayé de bien des manières de provoquer en présence du sucre une action chimique, dans l'espoir d'entraîner sa transformation en alcool et en acide carbonique, par le seul fait de cette action. Je ne fatiguerai pas l'Académie du récit de ces tentatives qui ont toutes échoué.

» Mais Berzélius ayant admis que la destruction du sucre est due à un phénomène de contact, il m'a semblé naturel d'essayer de la déterminer, au moyen d'un autre phénomène également attribué au contact.

» C'est dans ce but que j'ai cherché à résoudre les questions suivantes : L'eau oxygénée exerce-t-elle une action sensible sur le sucre de canne? Sa décomposition, excitée par un agent sans influence sur le sucre, peut-elle entraîner un mouvement dans les molécules de ce corps et produire sa destruction?

» L'expérience a été faite avec soin sur de l'eau oxygénée neutre, contenant 20 ou 25 volumes de gaz oxygène, à laquelle on a ajouté une dissolution de sucre candi pur. Après quatre jours de contact, on n'a reconnu aucun signe d'interversion dans le sucre employé. L'eau oxygénée n'agit donc pas sur le sucre.

» Une autre portion de cette eau oxygénée ayant été mêlée avec une dissolution de sucre pur, on fit tomber dans le mélange du bioxyde de manganèse naturel en poudre fine. Le dégagement de gaz oxygène fut prompt, comme à l'ordinaire. La liqueur essayée, pendant que le dégagement s'effectuait avec énergie, et reprise quatre jours après, lorsque depuis longtemps il avait cessé, ne présenta pas la plus faible trace de sucre interverti.

» Les mêmes expériences effectuées avec le glucose ont fait voir qu'une solution de ce sucre peut être mêlée à l'eau oxygénée neutre, sans qu'il

en résulte aucun phénomène apparent. Si l'on ajoute du bioxyde de manganèse au mélange, on obtient un vif dégagement d'oxygène, sans trace d'acide carbonique. La destruction de l'eau oxygénée n'occasionne donc pas, non plus, dans le glucose cet ébranlement moléculaire qui est le signe de la fermentation.

» Dans ces dernières années, Schönbein a signalé la formation de l'ozone et celle de l'eau oxygénée comme des événements qui coïncident souvent avec les phénomènes de combustion lente, auxquels les substances organiques donnent lieu, et que M. Liebig classe parmi les fermentations.

» Il était donc naturel de rechercher si, pendant l'acte de la fermentation, il se forme de l'ozone ou de l'eau oxygénée.

» Je m'en suis assuré; l'oxygène n'exerce aucune action sur la levûre avant la fermentation, ni pour la retarder, ni pour l'accélérer. Son action serait-elle nulle de même pendant la fermentation? Il fallait le constater. En conséquence, j'ai dirigé un courant lent de gaz oxygène à travers un flacon renfermant le sucre, la levûre et l'eau, en pleine fermentation. Il n'en a pas sensiblement modifié la marche. L'oxygène d'ailleurs n'a pas offert trace d'ozone, et le liquide fermenté, ni dans ce cas ni dans aucun autre, ne m'a offert le moindre signe de la présence de l'eau oxygénée.

» Il ne se passe donc rien dans la fermentation de ce qui caractérise les combustions lentes ou même ces mouvements électriques, agissant par effluves phosphorescentes, sur lesquelles M. Houzeau et M. Arnould Thenard viennent d'appeler l'attention des physiciens.

» *La fermentation peut-elle être réglée?* — Avant d'aller plus loin, et abstraction faite pour le moment du côté physiologique de la question, examinons si la fermentation alcoolique est susceptible d'être étudiée comme un phénomène régulier qui, soumis à des perturbations déterminées, serait capable d'en traduire les résultats avec précision. Il m'a semblé qu'étant placée sous la dépendance de millions d'organismes microscopiques, la fermentation alcoolique devait obéir à la loi des grands nombres et présenter des moyennes parfaitement semblables, dans des circonstances semblables d'ailleurs. Cette prévision s'est vérifiée.

» *a*. J'ai délayé, dans 800 centimètres cubes d'eau, 160 grammes de levûre, et, d'autre part, j'ai dissous, dans 80 centimètres cubes d'eau, 4 grammes de glucose.

» Le premier liquide étant divisé en quatre parties égales, j'ai versé dans les vases qui les contenaient la moitié de la dissolution glucosique, en suivant l'ordre des n°s 1, 2, 3, 4, et l'autre moitié en revenant suivant

l'ordre inverse 4, 3, 2, 1. Le point de départ de la fermentation s'est ainsi trouvé le même pour tous les vases. Du reste, il avait suffi de 2 minutes pour répartir le glucose entre eux.

» Les essais faits alternativement dans les divers vases, on a reconnu qu'il y restait encore des traces de glucose au bout de 14 minutes, et qu'après 16 minutes, on n'en trouvait plus dans aucun d'eux.

» Dans les conditions où l'on se trouvait placé, 40 grammes de levûre avaient donc fait disparaître 1 gramme de glucose en 16 minutes au plus.

» *b.* L'expérience répétée sur le sucre candi a donné des résultats semblables, quant à la régularité, quoiqu'ils aient été différents, quant à la durée. La fermentation a marché avec une telle précision, qu'il restait encore du sucre appréciable après 32 minutes dans les quatre vases, et que le sucre candi avait disparu à la trente-quatrième minute dans tous les appareils.

» Ainsi, la destruction d'un gramme de sucre de canne par 40 grammes de levûre de bière avait duré 34 minutes au plus.

» La levûre, mise en usage dans ces deux expériences, étant la même, et les conditions de température et de pression étant identiques, on peut conclure, puisque le glucose disparaît en 16 minutes et que le sucre candi en exige 34, que, lorsqu'il s'agit des premières portions de sucre soumises à la fermentation, il faut à la levûre autant de temps pour intervertir le sucre de canne que pour le convertir ensuite en alcool et en acide carbonique.

» *c.* Si l'on délaye de la levûre de bière dans l'eau et qu'on ajoute à des portions semblables d'un liquide contenant, par exemple, 150 centimètres cubes d'eau et 10 grammes de levûre, des quantités de sucre représentées par $0^{gr},5$ — 1 gramme — 2 grammes — 4 grammes, on trouve que le temps nécessaire à la destruction du sucre est exactement proportionnel à sa quantité.

» En prenant pour axe des abscisses les quantités de sucre et pour axe des ordonnées le nombre de minutes nécessaire pour la disparition du sucre, la durée de la fermentation se représente exactement par une ligne droite dans toutes les expériences que j'ai exécutées ; en effet :

			Rapports.
4 grammes de sucre ont exigé......	430	minutes.	4
2 » »	215	»	2
1 » »	108	»	1
0,5 » »	55	»	0,5

» Ainsi, dans des circonstances identiques, la durée de la fermentation est

proportionnelle à la quantité de sucre, la levûre étant en excès, bien entendu.

» La régularité de ces phénomènes me permettra de déterminer par l'expérience la quantité de chaleur rendue libre par 1 gramme de sucre qui fermente. Elle étonne moins, lorsque l'on se rend compte de la multitude de corpuscules qui, intervenant dans leur production, doivent déterminer une moyenne générale uniforme, quelques différences individuelles qu'on puisse supposer entre eux.

» En effet, si l'on prend la levûre de bière telle que je l'emploie, c'est-à-dire essorée sur des doubles de papier buvard, jusqu'à ce qu'elle y ait pris une consistance ferme et qu'elle contienne environ 20 pour 100 de matière sèche, on peut facilement apprécier le nombre des cellules qu'un espace donné de cette matière renferme.

» Avec un grossissement de 550 diamètres, on trouve que le nombre des cellules varie de 60 à 77 par millimètre carré apparent; c'est-à-dire 19 800 cellules pour le millimètre carré réel et 2 772 000 par millimètre cube effectif.

» La densité de la levûre, à cet état de pâte un peu ferme, diffère peu de celle de l'eau; elle est égale à 1,036; on peut donc compter 10 grammes comme équivalents à 10 centimètres cubes et réciproquement.

» Dans l'expérience qui précède, j'avais délayé 10 grammes ou 10 centimètres cubes de levûre essorée dans 150 centimètres cubes d'eau, j'avais donc réellement employé 27 milliards 772 millions de cellules.

» On pourrait dire que 20 ou 30 milliards de cellules ont détruit par minute 1 centigramme de sucre et produit 5 milligrammes d'alcool environ.

» Si, au lieu d'agir sur le sucre seulement, la levûre eût été en présence d'une matière animale, les résultats eussent été différents. Mais, dans les conditions énoncées, on pourrait dire que la force des cellules est telle que, pour décomposer 1 gramme de sucre en une heure, il faut 400 milliards de cellules, et qu'en les supposant toutes en action, ce qui n'est pourtant pas vraisemblable, la force moyenne de 100 milliards de cellules, pris pour unité, représenterait un quart de gramme de sucre, décomposé à l'heure.

» Si l'on essayait d'exprimer en chiffres le nombre de cellules de levûre ou de leurs analogues, qui travaillent chaque jour pour fabriquer notre pain ou chaque année pour produire le vin, la bière et le cidre que nous consommons, on ferait reculer même les astronomes. Soit qu'on plonge le regard sur ces infiniment petits, soit qu'on l'élève vers les distances infinies

de l'espace, on reconnaît également l'impuissance de l'homme à se représenter des nombres aussi éloignés des grandeurs à sa portée.

» J'aborde maintenant les expériences relatives à l'influence que l'addition de substances convenablement choisies peut exercer sur le phénomène de la fermentation alcoolique et sur l'état de la levûre.

» *Influence des gaz sur la fermentation.* — On sait que la levûre peut supporter, sans perdre son pouvoir, le contact de l'acide carbonique et celui de l'air; en est-il de même des autres gaz?

» J'ai placé de la levûre de bière en bouillie épaisse dans des flacons pleins d'oxygène, d'hydrogène, d'azote, d'oxyde de carbone, de protoxyde d'azote, d'hydrogène protocarboné. Au bout de trois jours, j'ai mis sur le mercure ces diverses levûres en contact avec une solution de sucre. La fermentation s'est établie comme à l'ordinaire et a suivi la même marche que celle qui était excitée par de la levûre exposée au contact de l'air.

» L'examen microscopique de ces levûres, après un séjour dans ces divers gaz, n'indiquait pas d'ailleurs qu'elles eussent subi de modification. Comparées à la levûre du témoin, elles n'ont rien présenté qui permît de les en distinguer.

» La fermentation ne m'a pas paru notablement troublée, lorsque dans un flacon qui renfermait le sucre, la levûre et l'eau, j'ai fait passer pendant vingt-quatre heures un courant lent d'oxygène ou un courant lent d'hydrogène.

» La levûre qui avait séjourné dans l'hydrogène a paru peut-être un peu plus paresseuse; celle qui avait séjourné dans le protoxyde d'azote un peu plus active; celle qui avait été en contact avec le gaz des marais exhalait un peu l'odeur des matières animales avancées; mais toutes ont fermenté régulièrement.

» *Action des métalloïdes.* — L'action de la levûre ne produit pas d'ozone; elle ne suscite aucun phénomène d'oxydation ou de combustion.

» Son influence n'est-elle pas plutôt réductrice ou hydrogénante? On serait disposé à le penser, non parce que dans un liquide en fermentation le chlore, le brôme et l'iode se changent en acide chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique, ces éléments ayant la faculté de prendre l'hydrogène aux substances organiques, mais parce que le soufre, qui ne jouit pas de cette propriété, dégage de l'acide sulfhydrique en présence d'un liquide qui fermente. Il suffit de mêler à la levûre de bière du soufre en fleur pour voir apparaître avec l'acide carbonique de la fermentation quelques cen-

tièmes d'hydrogène sulfuré exhalant l'odeur d'oignon. La levûre ou ses produits agissent donc comme hydrogénants. En tous cas, le soufre et les composés sulfurés sont les seuls corps qui se montrent disposés à s'associer aux réactions du ferment. On a dit que le soufre empêchait la fermentation; je ne lui ai pas reconnu cette propriété.

» *Action des acides.* — La levûre de bière possède toujours une réaction acide. Si l'on essaie de saturer l'acide libre qu'elle contient, avec de l'eau de chaux, par exemple, on reconnaît bientôt que la neutralité obtenue n'est que momentanée. La réaction acide se manifeste de nouveau, en moins de cinq minutes, et ce n'est qu'après trois ou quatre additions de la liqueur alcaline, amenant chaque fois la neutralité provisoire, qu'on obtient une neutralité un peu stable.

» Chaque gramme de levûre essorée exige, pour atteindre ce point neutre, une quantité d'eau de chaux qui saturerait 0,003 d'acide sulfurique normal. L'équivalent du pouvoir acide de cette levûre se représente donc par $\frac{3}{1000}$ de son poids d'acide sulfurique monohydraté; mais ce chiffre n'est pas absolu et peut descendre à $\frac{25}{10000}$, par exemple.

» L'acidité de la levûre peut-elle être augmentée ou diminuée, sans que son pouvoir en soit altéré? La nature spécifique de l'acide exerce-t-elle ou non quelque influence sur le résultat?

» Parmi les acides minéraux, j'ai essayé les acides sulfurique, sulfureux, azotique, phosphorique, arsénieux et borique; parmi les acides organiques, les acides acétique, oxalique et tartrique. J'employais d'abord des équivalents d'acide égaux, décuples et centuples du pouvoir acide de la levûre, et ensuite au besoin des proportions intermédiaires entre deux de ces termes.

» L'addition de l'un de ces acides, même à faible dose, n'a hâté ni le départ de la fermentation ni sa fin. Elle a souvent arrêté la destruction du sucre, du moins dans les circonstances où je me trouvais placé, opérant sur des solutions de sucre pur avec addition de levûre. Quand on traite la betterave ou d'autres produits végétaux complexes, les phénomènes peuvent se présenter autrement.

» En général, lorsque j'ai ajouté 100 fois l'équivalent de l'acide que contenait la levûre, la fermentation ne s'est pas manifestée. Cependant, l'acide chlorhydrique et l'acide tartrique, même à cette dose, ne l'ont pas complétement supprimée, et, pour ce dernier, il a fallu en mettre 200 équivalents pour arrêter la fermentation; mais 10 équivalents de ces divers acides suffisent pour que la fermentation, devenue traînante, s'arrête,

lorsqu'il reste encore de grandes quantités de sucre à l'état interverti dans le liquide.

» *Action des bases.* — J'ai examiné la manière d'agir de la soude, de la potasse et de l'ammoniaque sur la levûre et leur effet sur la fermentation à diverses doses. Il suffira de préciser ce qui concerne l'ammoniaque.

» J'ai fait marcher ensemble huit expériences : la première servant de témoin ne contenait que le sucre, la levûre et l'eau; dans les sept autres, on avait ajouté des quantités d'ammoniaque équivalentes à 1, 2, 3, 4, 8, 16 et 24 fois l'acide contenu dans la levûre.

» La fermentation s'est manifestée presque aussi vite et a marché presque aussi rapidement, au moins le premier jour, même dans le vase qui contenait 4 fois autant d'ammoniaque qu'en exigeait la saturation de l'acide de la levûre. Lorsque la dose d'ammoniaque s'élevait à 8 ou même à 16 fois cette quantité, la fermentation s'est déclarée plus lentement, mais six heures ne s'étaient pas écoulées qu'elle se manifestait.

» Quant au vase qui avait reçu une quantité d'ammoniaque équivalente à 24 fois l'acide de la levûre, il n'a donné aucun signe de fermentation.

A l'égard des autres, dès les premières heures la levûre formant boue au fond des vases avait repris son acidité, et, dès le lendemain, la liqueur elle-même était devenue acide d'une manière très-marquée dans ceux qui contenaient 1, 2 et 3 fois la quantité d'ammoniaque nécessaire à la saturation de l'acidité normale de la levûre, et légèrement acide dans le vase où la dose de cet alcali était portée jusqu'à 4 fois.

» Au delà de cette dose, les fermentations ont été très-incomplètes, elles se sont terminées, lorsqu'il restait encore beaucoup de sucre dans les liqueurs.

» On pouvait se demander si la présence de l'ammoniaque n'avait pas amené la production de l'acide nitrique ou celle de l'acide nitreux. Ni l'un ni l'autre de ces acides n'existait dans les vases où l'acidité s'était le mieux manifestée.

» La levûre paraît donc jouir du pouvoir de produire ou d'exhaler un acide qui neutralise les bases en contact avec elle; mais ce pouvoir est limité.

» Que l'on ajoute, par exemple, de l'eau de chaux en quantité égale à celle qu'exige la saturation de l'acide normal de la levûre, la fermentation, à peine retardée, reprendra bientôt sa marche ordinaire.

» Mais qu'on ajoute de la chaux éteinte ou de la magnésie calcinée en quantités égales à la moitié du poids de la levûre, il n'y aura pas de fermentation, circonstance qui s'accorde bien avec l'emploi de la chaux,

comme moyen de conserver le sucre sous forme de sucrate, en usage dans certains procédés de l'industrie. Si, au lieu de bases alcalines, on emploie des bases saturant mal les acides, telles que les oxydes de zinc, l'oxyde rouge de fer et même la litharge, la fermentation suivra son cours, et, quand elle s'arrêtera, on ne trouvera plus trace de sucre dans les liqueurs.

» Ainsi, les alcalis tendent à arrêter la fermentation, mais ne la suppriment qu'autant que leur dose est assez forte.

» Il ne faut pas confondre le pouvoir dont jouit la levûre, de produire ou d'exhaler un acide capable de neutraliser les bases dont elle est entourée, avec l'effet qui résulte de la neutralisation de ces bases par l'acide carbonique, provenant de la fermentation alcoolique.

J'ai essayé de démêler par une expérience précise la part qui revient à chacune de ces influences.

» J'ai mis en présence 10 grammes de levûre, 10 grammes de carbonate de soude et 200 centimètres cubes d'eau sucrée au dixième. Le quatrième jour, la fermentation était terminée et la liqueur ne contenait ni sucre interverti, ni sucre non interverti.

» Les autres substances étant employées en mêmes proportions, j'ai porté à 70 grammes la dose de carbonate de soude. Le quatrième jour, il n'y avait pas eu trace de fermentation, et la liqueur ne renfermait pas trace de sucre interverti, tout le sucre de canne employé ayant gardé son état normal.

» Dans le dernier cas, si la fermentation avait eu lieu, tout le carbonate de soude aurait pu être converti en bicarbonate. Dans le premier, le sucre ayant pu fournir 6 ou 7 fois la quantité d'acide carbonique nécessaire pour opérer cette conversion, ce bicarbonate a pris naissance et sa présence n'a plus gêné la fermentation.

» Que se passe-t-il si l'on met en présence, avec le sucre, la levûre de bière et l'eau, un sel, tel que le sous-carbonate de magnésie? Sel insoluble, et, par conséquent peu capable, quoique basique, de gêner la fermentation; mais propre à s'unir à l'acide carbonique et à former un bicarbonate soluble. La fermentation s'effectue et il ne se dégage rien. La liqueur filtrée se trouble par l'ébullition, dégage de l'acide carbonique, et produit un dépôt abondant de carbonate de magnésie hydraté. Évaporée à la température ordinaire, elle fournit d'abondantes houppes cristallines de carbonate de magnésie également hydraté.

» La craie se comporte de la même manière; mais la faible solubilité relative du bicarbonate de chaux rend le phénomène moins frappant.

» *Action des sels.* — L'action des sels neutres ou des composés binaires analogues, sur la levûre de bière et leur influence sur la fermentation, m'a présenté des résultats intéressants.

» Après un certain nombre d'expériences préliminaires, j'ai adopté la marche suivante pour cette étude :

» On prépare des solutions saturées à froid de chacun des sels ; ces solutions sont mises en contact avec de la levûre de bière bien essorée, dans le rapport de 30 ou 40 grammes pour un gramme de levûre. Après trois jours de contact, on décante la solution saline et on la remplace par une solution de sucre pur, au dixième.

» Les phénomènes qu'on observe se rapportent donc : 1° à l'action de la solution saline sur la levûre; 2° à l'action de la solution sucrée sur les cellules de levûre pénétrées de la solution saline; 3° à l'action de la levûre, ainsi modifiée, sur le sucre, soit pour produire son interversion, soit pour exciter la fermentation.

» Relativement à l'action des sels sur la levûre, j'ai constaté que beaucoup d'entre eux, surtout parmi les sels de potasse, même en solution saturée, ne lui font éprouver aucun changement. Délayée dans leurs solutions, la levûre se comporte comme avec l'eau, demeure en suspension et se dépose lentement.

» Parmi les autres, il en est un grand nombre qui déterminent la contraction des cellules; le sel ammoniac, dont les solutions possèdent, sous le rapport de la capillarité, des propriétés particulières, mérite d'être signalé. La levûre, agitée dans une solution saturée de ce sel, se dépose rapidement et se tasse au fond du vase, à peu près comme la fécule de pomme de terre qui se sépare de l'eau.

» Il en est enfin, tels que le silicate de potasse et le borate de soude qui coagulent la levûre et lui font prendre immédiatement l'aspect grumeleux du caséum coagulé ou du chlorure d'argent floconneux.

» Lorsque la levûre qui a séjourné dans la solution saline en est séparée et qu'elle est mise en rapport avec l'eau sucrée, le mouvement endosmotique résultant de l'action de ces solutions sur le liquide intérieur des cellules de levûre, est remplacé par un mouvement nouveau produit par l'eau sucrée. L'existence de ces phénomènes d'endosmose et d'exosmose se constate facilement par une expérience qui me paraît destinée à jeter quelque lumière sur la nature et sur les fonctions de la levûre.

» Qu'on place de la levûre de bière fraîche dans une dissolution saturée à froid de tartrate neutre de potasse et l'on n'apercevra pas de change-

ments; qu'on soumette ensuite cette levûre, séparée de la dissolution saline, à l'action de l'eau sucrée, la fermentation s'établira presque instantanément et suivra son cours avec rapidité. Cependant, le liquide dans lequel la fermentation s'est opérée présentera tous les caractères d'une dissolution d'albumine ordinaire : coagulation par la chaleur, par l'acide nitrique, par l'alcool. Le coagulum albumineux sera blanc et pur, comme si la levûre de bière avait été frappée d'albuminurie par la présence du tartrate neutre de potasse, le seul sel qui produise ce singulier effet.

» Cependant, l'expérience n'offre rien de pareil, lorsqu'on met en présence, à la fois, le tartrate de potasse, la levûre de bière, le sucre et l'eau ; il faut donc en conclure que cette exsudation d'albumine est due au double mouvement résultant : 1° de l'absorption par les cellules du liquide salin ; 2° du remplacement de ce liquide salin par le liquide sucré. Si en abandonnant les cellules, le tartrate de potasse n'avait pas entraîné avec lui l'albumine qu'elles contiennent, on n'aurait rien aperçu. Des analyses circonstanciées que je n'ai pu terminer, montreront, sans doute, que d'autres solutions salines déterminent d'autres séparations et permettent de faire ainsi l'analyse physiologique de la levûre et celle des organismes analogues.

» Parmi les sels que j'ai eu l'occasion d'essayer, il en est qui favorisent jusqu'à un certain point la fermentation, tel est le bitartrate de potasse, ou qui du moins lui laissent parcourir son cours tout entier, sans contrariété. Il en est d'autres qui retardent la fermentation et qui la rendent incomplète, le phénomène s'arrêtant, lorsque la liqueur renferme beaucoup de sucre interverti.

» Il en est qui ne lui permettent pas de s'établir, quoique le sucre ait été partiellement interverti.

» Il en est enfin qui, non-seulement ne permettent pas à la fermentation de s'établir, mais qui s'opposent, même, à l'interversion du sucre.

» Mes expériences ont porté sur cinquante sels environ, qu'elles m'ont conduit à classer dans les quatre catégories suivantes :

TABLEAU

de l'action qu'exerce la levûre de bière sur la dissolution de sucre candi, après trois jours de contact avec des dissolutions saturées des sels suivants :

» **1° Fermentation totale du sucre, plus ou moins rapide :**

Sulfate de potasse.	Sulfate de soude.
Chlorure de potassium.	Bisulfite de soude.
Phosphate de potasse.	Pyrophosphate de soude.
Sulfovinate de potasse.	Lactate de soude.

Sulfométhylate de potasse.
Hyposulfate de potasse.
Hyposulfite de potasse.
Formiate de potasse.
Tartrate de potasse.
Bitartrate de potasse.
Sulfocyanure de potassium.
Cyanoferrure de potassium.
Cyanoferride de potassium.
Phosphate de soude.
Phosphate d'ammoniaque.
Sulfate de magnésie.
Chlorure de calcium.
Phosphate de chaux.
Sulfate de chaux.
Chlorure de strontium.
Alun.
Sulfate de zinc.
Sulfate de cuivre au $\frac{1}{40000}$.

» 2° **Fermentation partielle du sucre, plus ou moins ralenti :**

Bisulfite de potasse.
Nitrate de potasse.
Butyrate de potasse.
Iodure de potassium.
Arséniate de potasse.
Sulfite de soude.
Hyposulfite de soude.
Hyposulfite de potasse.
Borax.
Savon blanc.
Nitrate d'ammoniaque.
Tartrate d'ammoniaque.
Sel de seignette.
Chlorure de barium.
Protosulfate de fer au $\frac{1}{350}$.
Protosulfate de manganèse au $\frac{1}{350}$.

» 3° **Interversion plus ou moins avancée du sucre, sans fermentation :**

Azotite de potasse.
Chromate de potasse.
Bichromate de potasse.
Nitrate de soude.
Sel marin.
Acétate de soude.
Sel ammoniac.
Cyanure de mercure.

» 4° Ni interversion, ni fermentation :

Acétate de potasse.
Cyanure de potassium.
Monosulfure de sodium.

» Que le cyanure de potassium et le monosulfure de sodium détruisent dans la levûre de bière toutes les propriétés physiologiques et même le pouvoir d'interversion exercé par l'infusion de levûre sur le sucre, on ne saurait en être surpris ; mais que l'acétate de potasse jouisse de la même propriété, on peut s'en étonner.

» Cependant, j'ai vu souvent la dissolution d'acétate de potasse, après avoir séjourné sur la levûre, laisser celle-ci absolument impropre, soit à exciter la fermentation, soit à déterminer l'interversion du sucre. Si on porte la température à 28 ou 30 degrés, l'interversion a lieu dans des proportions très-faibles. Vers 35 degrés, elle m'a paru plus marquée; mais la fermentation ne s'est jamais établie. Il est impossible de ne pas rapprocher cette

propriété, de l'emploi fait par M. Sacc, de l'acétate de soude pour conserver les viandes et les légumes.

» Parmi les phénomènes résultant de la présence des sels dans les cellules de levûre, au moment où elles agissent sur le sucre, il en est que je dois signaler plus particulièrement, car ils semblent se rattacher à quelques vues chimiques ou physiologiques d'un haut intérêt.

» Nous savons déjà que le soufre fournit de l'hydrogène sulfuré, en présence d'un liquide en fermentation. Les sulfates exceptés, les combinaisons sulfurées se montrent dans ce cas particulièrement impressionnables.

» Les sulfites et hyposulfites de soude, le sulfocyanure de potassium fournissent, par une fermentation qui tantôt s'arrête en chemin, tantôt se poursuit jusqu'à son terme naturel, une liqueur alcoolique qui, étant distillée en présence d'une dissolution de potasse, fournit un alcool contenant de l'aldéhyde et une matière odorante, exhalant fortement l'odeur agréable de fruitier. Cet alcool se trouble et devient laiteux par l'addition de l'eau. D'ailleurs, la dissolution de potasse dépose par le refroidissement de la résine d'aldéhyde en abondance et par l'évaporation des sels qui offrent des caractères particuliers.

» Avec l'hyposulfite de potasse, pendant tout le cours de la fermentation, il se dégage de l'hydrogène sulfuré mêlé à l'acide carbonique, phénomène que les sels précédents ne présentent pas, et le produit qui accompagne l'alcool à la distillation exhale l'odeur de l'ail (1).

» Parmi les substances vénéneuses que j'avais intérêt à examiner dans leurs rapports avec la levûre de bière, le sulfate de cuivre se plaçait au premier rang. On sait, en effet, que ce sel, par un triste privilége, modifie d'une manière favorable la fermentation des pâtes produites par les farines avariées et en rend le pain plus ferme et plus blanc.

» J'ai constaté, en effet, que si à la dose de $\frac{1}{2000}$ le sulfate de cuivre détruit le pouvoir d'agir, comme ferment, que la levûre de bière possède; au contraire, à la dose de $\frac{1}{400000}$ il ne trouble pas la fermentation, et celle-ci s'accomplit jusqu'à disparition totale du sucre.

RÉSUMÉ.

» Si j'essaye de résumer ces expériences, je crois qu'elles permettent d'opposer les faits suivants à l'opinion de M. Liebig :

---

(1) L'étude approfondie de tous ces produits m'eût entraîné hors du plan que je m'étais tracé; je laisse ce soin à M. Gayon, qui veut bien en poursuivre l'examen.

» Aucun mouvement chimique excité dans une liqueur sucrée n'a paru capable d'amener la conversion du sucre en alcool et acide carbonique;

» Les mouvements produits par la fermentation elle-même ne sont transmis à distance sensible, ni au travers d'un liquide quelconque aqueux, oléagineux ou métallique, ni à travers les membranes les plus minces et ne passent pas même d'une couche à l'autre de deux liquides superposés.

» A l'égard de l'opinion de Berzélius, elle est contredite par ce fait que, dans un grand nombre de cas et sous l'influence de certains sels, la levûre, le sucre et l'eau peuvent rester en présence, sans qu'il y ait fermentation, quoique le sucre ait été interverti d'abord par la levûre, comme à l'ordinaire.

» La fermentation simple, celle qui a lieu entre le sucre, la levûre et l'eau, en raison du nombre infini de centres d'action qui la déterminent, constitue un phénomène susceptible d'être régularisé et mesuré, à la manière d'une réaction chimique.

» Sa durée est exactement proportionnelle à la quantité de sucre contenue dans le liquide.

» Sa marche est plus lente dans l'obscurité.

» Elle est plus lente aussi dans le vide.

» Pendant la fermentation, il ne se produit pas d'oxydation. Au contraire, le soufre se change en hydrogène sulfuré.

» Les gaz neutres ne modifient pas le pouvoir de la levûre.

» Les acides, les bases, les sels peuvent exercer une influence accélératrice, retardatrice, troublante ou destructive, mais l'action accélératrice du pouvoir de la levûre est rare.

» Les acides très-affaiblis ne le changent pas; mais, à dose élevée, ils le détruisent.

» Les alcalis très-affaiblis retardent la fermentation; plus abondants, ils la suppriment.

» Les carbonates alcalins ne l'empêchent qu'à dose très-élevée.

» Les carbonates terreux ne l'empêchent pas.

» Les sels neutres de potasse et ceux de quelques autres bases lui laissent son allure naturelle.

» Le silicate de potasse, le borate de soude, le savon, les sulfites, les hyposulfites, le tartrate neutre de potasse, l'acétate de potasse permettent l'analyse physiologique de la levûre et de sa manière d'agir, de même que certains sels neutres ont permis d'effectuer l'analyse physiologique du sang et celle de ses fonctions.

» La fermentation alcoolique peut donc être étudiée comme une action chimique quelconque. Les agents ou les forces chimiques ordinaires peuvent, sinon la faire naître, du moins en modifier les résultats, et je ferai connaître dans une autre partie de ce travail les changements que ces causes perturbatrices introduisent dans la quantité ou la nature des produits de la fermentation alcoolique.

» Mais ceux qui attribuent la fermentation alcoolique à l'action d'un organisme représenté par la levûre de bière n'ont jamais contesté que la transformation du sucre en alcool et acide carbonique fût un phénomène chimique. Seulement, ils y voient un phénomène chimique provoqué par les forces de la vie, et non une réaction produite par les forces seules de la physique ou de la chimie. Dailleurs, on convertirait le sucre en alcool et acide carbonique par une réaction chimique ou par l'action de l'électricité, que la question resterait la même. De ce que M. Béchamp est parvenu, au moyen d'une combustion lente, à convertir l'albumine en acide carbonique et urée, on n'en conclut pas que ce phénomène, lorsqu'il est observé chez les animaux, s'opère sans le concours d'un être organisé et vivant. Il en est de même de la fermentation et de la levûre. Cette opinion, à laquelle je me suis rangé depuis longtemps et que les belles études de M. Pasteur me semblent avoir mise hors de contestation, trouverait, s'il en était besoin, sa confirmation dans l'examen attentif des changements que les cellules de la levûre de bière éprouvent, lorsqu'elles sont soumises à l'action des divers agents dont j'ai fait usage dans mes expériences.

» Ces changements ne peuvent guères laisser de doute sur le rôle de la levûre. Lorsque la fermentation est activée par l'intervention du bitartrate de potasse, par exemple, les cellules de levûre sont nettes, bien circonscrites, remplies d'une matière plastique renfermant des corpuscules brillants très-mobiles; elles émettent des bourgeons nombreux. La fermentation est-elle languissante, ce qui arrive sous l'influence des sels de fer et de manganèse, par exemple, les cellules de levûre paraissent contractées, framboisées, grenues, ridées, sans bourgeons récents. La fermentation est-elle nulle, comme c'est le cas avec le cyanure de potassium ou de fortes doses d'acide ou d'alcali, les parois des cellules sont amincies, leur intérieur est diffus, les points brillants immobiles et aucun bourgeon ne s'est développé.

» En résumant ainsi d'avance une partie de mes études, purement physiologiques, j'ai voulu constater que, si j'ai considéré aujourd'hui la fermentation alcoolique comme un fait chimique susceptible de mesure et de modification par les forces et les agents chimiques, je n'en ai pas moins

reconnu, à chaque instant, son étroite dépendance avec la présence, les fonctions, et pour tout dire en un mot, avec la vie des cellules de la levûre.

» L'Académie permettra qu'en terminant j'adresse mes remercîments au Laboratoire des hautes études physiologiques de l'École Normale, où mon confrère et ami M. Pasteur m'a permis d'effectuer mes expériences, et où j'ai trouvé en la personne de M. Gayon, jeune agrégé de l'Université d'un rare mérite, un concours aussi dévoué qu'intelligent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les ferments appartenant au groupe de la diastase.* Note de **M. Dumas.**

« Quoique je me propose de présenter à l'Académie un travail spécial sur les ferments non reproductibles, appartenant au type de la diastase, je lui demande la permission de constater à leur sujet quelques faits nouveaux et peut-être importants.

» Je n'ai pas voulu donner, à l'occasion de la fermentation alcoolique, des détails relatifs à l'action du borax sur la levûre. Ils méritaient une place à part.

» La solution de borax coagule la levûre de bière, et le liquide qui surnage n'intervertit pas le sucre de canne, comme le ferait l'eau de levûre.

» La solution de borax dissout les membranes albuminoïdes, celles, par exemple, qui se séparent du blanc d'œuf qu'on délaye dans l'eau.

» *a.* J'ai reconnu qu'une solution de borax neutralise l'action de l'eau de levûre sur le sucre de canne. Si l'on place de l'eau sucrée et de l'eau de levûre dans un tube, et de l'eau sucrée avec de l'eau de levûre et une solution de borax dans un second tube, le premier offrira bientôt des signes d'interversion, le second n'en manifestera point.

» *b.* Le borax neutralise aussi l'action de la synaptase. On sait que l'amande amère contient de l'amygdaline et que l'amande douce renferme de la synaptase qui, mêlée à l'amygdaline, produit l'essence d'amandes amères accompagnée d'acide prussique. Il suffit de délayer d'une part la farine d'amandes douces avec de l'eau pure, de l'autre avec une solution de borax, et d'ajouter de l'amygdaline aux deux liquides, pour voir bientôt apparaître des différences caractéristiques. Avec l'eau pure, l'odeur d'huile d'amandes amères se manifeste et va croissant; la présence de l'acide prussique devient de plus en plus sensible par la formation du bleu de

Prusse. Avec la dissolution de borax, on ne perçoit rien de pareil, ni odeur d'essence d'amandes amères, ni formation de bleu de Prusse.

» *c.* Le borax neutralise l'action de la diastase. Si l'on met dans quatre tubes de l'eau et de la fécule de pomme de terre, et qu'on les maintienne à 70 degrés, le premier sans addition, le deuxième avec addition de borax, le troisième avec addition de diastase, le quatrième, enfin, avec addition de diastase et de borax à la fois, on constate qu'après quelques heures le premier et le deuxième ne renferment pas de glucose. Dès le premier quart d'heure, le troisième en contient déjà beaucoup, et la quantité va toujours en augmentant. Quant au dernier, où la diastase et la borax sont réunis, la conversion de la fécule en glucose ne s'opère pas.

» *d.* Le malt délayé dans l'eau fournit bientôt des quantités abondantes de glucose, si l'on chauffe à 70 degrés; mais l'addition du borax arrête cette action. Avec le malt, l'eau et le borax, on observe seulement l'effet dû à la présence de quelques traces de glucose probablement préexistantes dans le malt.

» *e.* Le borax trouble aussi l'action de la myrosine. La farine de moutarde noire, délayée dans l'eau froide, exhale presque immédiatement l'odeur de l'essence de moutarde, et l'effet produit va croissant. Délayée dans une dissolution de borax, l'odeur que répand la farine de moutarde elle-même, et qui est due à une trace d'essence toute formée qu'elle contient, se fait bien sentir; mais elle n'augmente pas et rien ne rappelle l'effet connu de l'eau sur la moutarde et l'abondante production de vapeurs irritantes qu'elle y fait apparaître.

» Ainsi, le borax, par une propriété aussi étrange qu'imprévue, neutralise l'eau de levûre, la synaptase, la diastase et la myrosine. Je ferai connaître ses effets sur la pepsine et les conséquences de ces réactions curieuses pour la théorie de ces ferments, bien différents de la levûre de bière et de ses analogues. D'autres conséquences se déduisent de ces propriétés singulières du borax, qui pourrait bien exercer sur quelques virus l'étrange action qu'il exerce sur les diastases. »

PHYSIQUE. — *Analyse de la lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents; par* M. EDM. BECQUEREL. (Extrait par l'auteur.)

« Un grand nombre de composés d'uranium jouissent de la propriété de présenter des effets de persistance d'impressions lumineuses, c'est-à-dire des phénomènes de phosphorescence d'une grande vivacité. L'analyse

par réfraction de la lumière émise, comme je l'ai déjà indiqué (1), montre que ces substances offrent en général des bandes brillantes et obscures, disposées par groupes qui se reproduisent, avec la même apparence pour chaque substance, dans une certaine étendue du spectre lumineux.

» Pour observer ce phénomène on peut opérer de deux manières différentes : d'abord au moyen d'un phosphoroscope dont les disques mobiles à quatre ouvertures peuvent recevoir une vitesse de rotation de 300 tours par seconde (2); le fragment du corps sur lequel on veut agir est alors placé au milieu de cet appareil et reçoit la lumière solaire réfléchie par un héliostat et concentrée avec une lentille. Si la substance n'est pas cristallisée, ni obtenue en lamelles cristallines, on la réduit en poussière et on en fait adhérer une très-légère couche sur une lame de mica, soit avec de l'eau, soit avec un peu de gomme arabique; le mica n'ayant pas d'action appréciable, l'effet observé se rapporte à la matière déposée. On peut également placer ces matières pulvérulentes entre deux petites lames de mica distantes de $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ de millimètre environ, et formant une petite cuve ouverte à sa partie supérieure. La lumière agit alors sur tous les points de la masse qu'elle traverse, et l'observateur peut analyser avec un spectroscope la lumière émise par le corps en vertu de son action propre et en l'absence de la lumière incidente.

» Cette méthode est très-bonne quand la durée de la persistance de la lumière phosphorescente est supérieure à celle du passage d'un intervalle vide à un intervalle plein du disque mobile du phosphoroscope; elle convient à la plupart des composés d'uranium. Cependant un certain nombre d'entre eux, comme l'acétate (3) et l'arséniate, exigent une très-grande vitesse de rotation des disques pour donner une lumière assez vive, et ont une persistance de moindre durée que les chlorures, sulfates, azotates, etc.; alors on peut avoir recours à la méthode suivante :

» Puisque les bandes lumineuses données par les composés dont il est question sont en général situées dans l'orangé, le jaune et le vert, c'est-à-dire correspondent à l'intervalle compris entre les raies B et F du spectre solaire, et que les rayons qui agissent sur ces corps sont plus réfrangibles

(1) Edm. Becquerel, *La lumière, ses causes et ses effets*, t. I, p. 378. — *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVII, p. 101; 1859.

(2) *La lumière*, t. I, p. 334.

(3) Le double acétate d'urane et de soude est au contraire très-lumineux dans le phosphoroscope pour une vitesse moyenne de rotation des disques, et se présente dans des conditions analogues aux sulfates, chlorures, etc.

que F et se trouvent dans le bleu, le violet et l'ultra-violet, il est facile d'avoir un écran qui ne laisse passer que ces derniers rayons, lesquels donnent aux composés d'uranium la propriété d'émettre les rayons moins réfrangibles dont on étudie la composition. Une dissolution de nitrate ou de sulfate de cuivre ammoniacal est dans ce cas; en recevant un faisceau de rayons solaires sur un écran de verre à faces parallèles contenant cette dissolution, puis en concentrant à l'aide d'une lentille les rayons transmis, on éclaire vivement les corps et on peut analyser la lumière émise comme dans la première méthode, car ces corps deviennent lumineux comme s'ils se trouvaient dans le phosphoroscope.

» D'autres matières colorantes violettes peuvent donner une partie encore plus réfrangible du spectre que l'espace qui commence à la raie F; on peut citer notamment la dissolution de permanganate de potasse; mais il est nécessaire de joindre à un écran contenant cette dissolution, un autre écran qui contient du sulfate ou du nitrate de cuivre ammoniacal pour enlever toute trace de lumière rouge dans les rayons transmis. Pour rendre phosphorescents les composés d'uranium, la solution de cuivre ammoniacal suffit. S'il s'agissait d'autres substances phosphorescentes, les parties actives du spectre pourraient avoir diverses réfrangibilités et le mode d'opérer devrait être alors différent.

» Les composés d'uranium qui offrent une certaine durée de phosphorescence donnent les mêmes effets d'après les deux modes d'observation, et les lignes et bandes lumineuses sont situées aux mêmes places. J'ai insisté, il y a plusieurs années sur ce fait (1), pour prouver que les effets que l'on avait désignés sous le nom d'effets de fluorescence, n'étaient que des effets de phosphorescence; il n'y a pas de différence dans les résultats présentés par les deux méthodes, si ce n'est que la première donne des effets postérieurement à l'action lumineuse et ne s'applique qu'aux corps qui offrent une certaine durée de phosphorescence, tandis que la seconde donne lieu à l'émission lumineuse pendant l'action des rayons actifs; celle-ci peut même rendre phosphorescents des corps dont la durée de phosphorescence est très-petite, et qui ne seraient pas vus dans les phosphoroscopes dont j'ai fait usage.

» L'état solide est en général celui qui est le plus favorable aux phénomènes de phosphorescence d'une certaine durée; cependant un grand nombre de dissolutions, principalement de matières organiques, donnent éga-

(1) *La lumière*, t. I, p. 320.

lement des effets lumineux, mais la durée de persistance des impressions lumineuses est beaucoup plus courte qu'avec les corps solides, car les phosphoroscopes que j'ai employés et qui permettent d'étudier la lumière émise avec la plupart des solides actifs, n'ont pas encore accusé les effets de lumière qu'elles présentent; il faut alors étudier ces dissolutions pendant l'action lumineuse elle-même, et, dans le cas actuel, pendant l'action des rayons violets et ultra-violets par la seconde méthode qui vient d'être indiquée.

» Certaines dissolutions de sels d'urane donnent, dans les rayons violets, une émission lumineuse moins vive que les cristaux des mêmes sels; les bandes lumineuses et obscures qui composent leurs images spectrales sont confuses, et pour plusieurs paraissent correspondre aux bandes données par les sels solides; le sulfate et le double sulfate de potasse et d'urane sont dans ce cas. D'autres, comme la dissolution de chlorure et celle de nitrate, bien qu'assez lumineuses, donnent des images à peu près continues. Ce défaut d'intensité et de netteté dans les images m'ont engagé à m'occuper particulièrement des composés à l'état solide.

» Les échantillons des sels de protoxyde d'uranium, que j'ai pu avoir à ma disposition, sont le protochlorure anhydre et le sulfate de protoxyde vert hydraté en petits cristaux, que je dois à l'obligeance de notre confrère, M. Peligot. Ces deux composés se sont montrés à peu près inactifs. Un autre échantillon de protosulfate, anciennement préparé, n'a présenté qu'une image spectrale peu intense, dont les bandes lumineuses correspondaient presque exactement à celles du sulfate jaune de sesquioxyde, ce qui indiquait la présence de cette dernière substance.

» J'ai pu étudier, au contraire, un grand nombre de composés solides à base de sesquioxyde d'uranium U^2O^3. Parmi eux, on en trouve qui n'offrent que peu ou point d'effets lumineux, comme l'oxyde hydraté ou les uranates de potasse et d'ammoniaque à l'état de précipités amorphes; d'autres donnent dans les rayons violets une action très-faible et insuffisante pour que l'analyse spectrale puisse se faire : tel est le double carbonate de potasse et d'urane, ainsi que les tartrates et doubles tartrates. Mais un certain nombre de sels et de doubles sels, à l'état de cristaux ou de dépôts amorphes, donnent des images lumineuses par phosphorescence qui sont nettement observables et qui dépendent, comme on va le voir, de la nature de l'acide qui entre dans leur composition.

» En général, quand la lumière active est très-vive et les substances très-phosphorescentes, celles-ci présentent sept bandes lumineuses ou sept

groupes de bandes lumineuses et obscures, séparées par des intervalles obscurs ; le premier groupe est cependant toujours assez faible en intensité, ainsi que le dernier ou le plus réfrangible, situé près de F. Si la lumière active est moins vive, le premier groupe et même le deuxième peuvent être trop faibles pour être distingués dans le spectroscope. Ces groupes ainsi que ces espaces obscurs ne sont pas aux mêmes places dans le spectre avec les différents composés; en outre, chacun de ces groupes est quelquefois formé par une large bande lumineuse dont les bords ne sont pas nettement terminés comme avec le nitrate et le sulfate simple; quelquefois chaque bande présente un décroissement moins rapide d'intensité du côté le moins réfrangible, comme avec l'acétate et le phosphate; enfin chaque groupe peut se composer de plusieurs bandes lumineuses et de raies noires plus ou moins bien définies, comme le chlorure et les doubles chlorures en offrent des exemples. Avec ces divers composés, les images des bandes lumineuses n'ont pas la netteté des lignes brillantes observées dans les lumières des flammes; mais, néanmoins, leurs positions dans le spectre peuvent être assez bien déterminées.

» Quand on a saturé à chaud de l'acide azotique ordinaire, au moyen de l'oxyde jaune d'urane, il s'est précipité, par refroidissement dans la dissolution et avant la cristallisation de l'azotate, une matière jaune orangé, formée par une agglomération de petits grains cristallins présentant par phosphorescence à l'analyse spectrale une image lumineuse continue depuis C jusqu'à F sans apparence de bandes obscures. Cette matière a donné à l'analyse chimique, en outre de l'oxyde d'urane, de l'acide sulfurique et de l'ammoniaque, provenant probablement de ce que l'oxyde, ainsi que l'acide azotique ayant servi à ces préparations, n'étaient pas purs. Ce serait donc un sous-sulfate ammoniacal d'urane avec une certaine proportion d'eau (1). Dans la préparation des doubles sulfates, on a eu accidentellement des dépôts analogues. Je n'ai pas vérifié s'ils ont la même composition, mais cela est probable, car ils présentent tous la même propriété optique de donner, par phosphorescence, une image spectrale continue pouvant occuper la partie la moins réfrangible du spectre, propriété qui n'appartient pas,

---

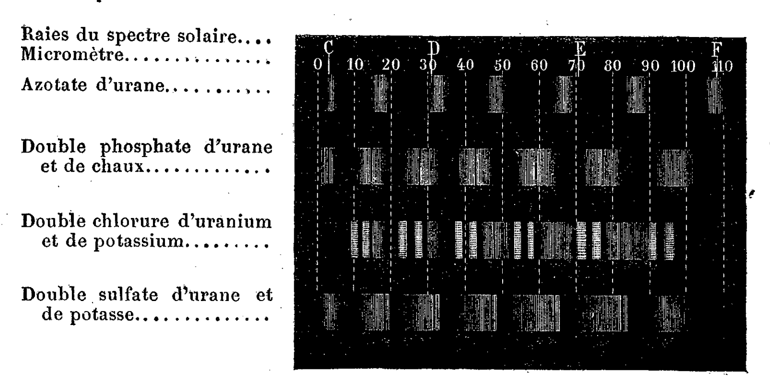
(1) Deux analyses ont donné en équivalents :

U^2O^3	4
SO^3	2
AzH^3	1

Avec environ 20 pour 100 d'eau.

en général, comme on l'a dit, aux autres combinaisons solides d'urane.

» Dans le Mémoire se trouvent les résultats obtenus avec les différents sels qui ont servi à ces expériences. Les tableaux indiquent les positions des raies et des bandes lumineuses et obscures ainsi que les longueurs d'onde correspondantes ; celles-ci sont calculées en comparant les positions des bandes avec celles des raies du spectre solaire et en admettant, pour ces raies, les longueurs d'onde données par M. Angström. La figure ci jointe représente les images spectrales de phosphorescence de quelques composés d'uranium et offre les principaux types que l'on rencontre dans ce genre d'expériences.



» Les conclusions de ce Mémoire sont les suivantes :

» 1° Les composés à base de protoxyde d'uranium étudiés jusqu'ici (chlorure et sulfate) n'ont présenté aucun effet bien appréciable de phosphorescence. Mais si quelques combinaisons de sesquioxyde (U^2O^3) sont également inactives, il n'en est pas de même du plus grand nombre d'entre elles qui donnent lieu, par action propre, à une émission lumineuse plus ou moins vive.

» 2° La plupart de ces substances phosphorescentes donnent une série de groupes de bandes lumineuses et obscures qui se reproduisent dans une certaine étendue du spectre lumineux depuis la raie du spectre solaire C environ jusqu'au delà de F, près de cette ligne ; ces groupes sont au nombre de 5, 6 ou 7, et les bandes lumineuses et obscures qui les constituent ne sont pas aux mêmes places dans le spectre avec des composés différents, mais conservent les mêmes positions quand il s'agit d'une même substance.

» 3° Si la succession des groupes lumineux dans l'image spectrale caractérise en général les composés d'uranium, l'acide de la combinaison déter-

mine la disposition des bandes lumineuses et obscures de chaque groupe, laquelle peut différer beaucoup d'un composé à un autre.

» 4° Dans les sels doubles d'une même classe, dans les sulfates et doubles sulfates par exemple, la composition de chaque groupe reste la même, mais l'indice de réfraction des bandes lumineuses et obscures correspondantes est différente. Quelquefois ces groupes sont rejetés un peu du côté le plus réfrangible ou du côté le moins réfrangible, selon le sel uni ou composé d'uranium; ainsi, avec le double chlorure d'uranium et d'ammoniaque, les lignes ou bandes sont un peu plus réfractées que les lignes ou bandes correspondantes présentées par le double chlorure d'uranium et de potassium, tandis que le contraire a lieu quand on compare les doubles sulfates des mêmes bases. Avec le double oxalate d'ammoniaque et d'urane, les groupes semblables à ceux que donne l'oxalate simple sont moins réfractés qu'avec cette dernière substance, et la différence est plus grande que celle observée avec les sulfates.

» 5° Si l'on considère les lignes ou bandes caractéristiques de chaque groupe dans un même composé (soit le milieu d'un espace brillant, soit une ligne noire), on trouve que, depuis le premier groupe jusqu'au septième, la distance mesurée à l'aide du micromètre du spectroscope croît avec la réfrangibilité; au contraire, les différences entre les longueurs d'onde des rayons lumineux correspondants, diminuent; le rapport de ces différences aux longueurs d'onde moyennes diminue également, mais le rapport de ces mêmes différences aux carrés des longueurs d'onde moyennes change peu pour un même composé entre les réfrangibilités extrêmes et peut être regardé comme sensiblement constant. En outre, avec les divers composés, ce rapport ne varie qu'entre des limites peu éloignées les unes des autres.

» On a, en effet, pour la valeur moyenne de ce rapport, pour quelques substances :

Composés divers.	Rapport $\frac{d}{l^2}$
Chlorure d'uranium	0,000081
Double chlorure d'uranium et de potassium (1re bande lumineuse).	0,000083
Double fluorure d'uranium et de potassium	0,000081
Sulfate d'urane (milieu des bandes brillantes)	0,000085
Double sulfate d'urane et de potasse (ligne noire)	0,000084
Oxalate d'urane	0,000086
Double phosphate d'urane et de chaux	0,000082
Azotate d'urane	0,000088
Arséniate d'urane	0,000083

» 6° Il ne paraît pas y avoir une relation simple entre les longueurs d'onde correspondantes aux lignes ou bandes homologues d'un même groupe lumineux dans différents composés et quelques-unes des propriétés chimiques de ces substances.

» 7° Lorsqu'on éclaire par transparence les composés solides d'uranium avec la lumière violette et ultra-violette, on observe, dans la partie la plus réfrangible du spectre, des groupes de bandes d'absorption qui sont différentes pour chaque composé, et qui paraissent correspondre, dans cette partie de l'image prismatique, aux groupes de bandes brillantes de phosphorescence moins réfrangibles et continuer la succession de celles-ci (1).

» Ainsi, tandis que par l'analyse spectrale on peut reconnaître la nature des éléments qui entrent dans la composition d'un gaz incandescent, on parvient au même résultat dans certains cas avec les solides et les liquides, au moyen des effets de phosphorescence qui sont liés à la constitution moléculaire des corps, en mettant en vibration les molécules, sans les séparer ni les décomposer.

» Dans chaque substance simple ou composée, la position des bandes lumineuses et obscures de phosphorescence est fixe et déterminée, comme dans l'analyse spectrale par incandescence, mais il n'y a aucun rapport entre les lignes et les bandes observées dans ces deux ordres de phénomènes.

» Bien que ce mode particulier d'analyse optique n'ait pas la généralité de l'analyse spectrale ordinaire, parce que tous les corps ne présentent pas des effets lumineux de phosphorescence développés au même degré et avec des caractères aussi tranchés qu'un grand nombre de combinaisons d'uranium, cependant, dans certaines circonstances, comme je l'ai déjà démontré pour les composés d'alumine, il peut donner des indications précieuses sur la nature et l'état moléculaire des corps. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'amélioration des vins par le chauffage.* Note de M. **Pasteur.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le procès-verbal de la dégustation de vingt-quatre sortes de vins naturels et des mêmes vins chauffés en bouteilles à des époques déjà éloignées.

(1) *Voir* également *la Lumière*, t. I, p. 379.

» Les résultats de cette dégustation intéresseront vivement les producteurs et les négociants en vins.

» J'ai démontré, en 1864, que toutes les maladies habituelles des vins sont dues à des champignons microscopiques dont les germes trouvent dans ces liquides un milieu plus ou moins favorable à leur développement.

» Guidé par mes expériences antérieures sur la résistance à l'influence de la chaleur des organismes microscopiques, résistance variable avec les espèces et la nature du milieu où elles vivent, je ne tardai pas à découvrir un moyen simple de tuer les germes dont il s'agit, et à prévenir, par suite, pour toujours, les maladies habituelles des vins. Ce procédé, affirmé déjà empiriquement, mais non démontré par Appert, et que Scheele, au siècle dernier, avait appliqué avec succès à la conservation du vinaigre, consiste à porter le vin, ne fût-ce qu'un instant, à une température suffisamment élevée; mais l'application de cette méthode de conservation laissait douteuse, à l'origine, une question capitale : quel serait le sort des vins, particulièrement des vins de qualité, pendant les années qui suivraient l'opération du chauffage? En assurant leur conservation indéfinie, ne compromettrait-on pas leur délicatesse et les qualités si recherchées que le temps leur donne, toutes les fois que les vins se conservent naturellement sans altération? L'expérience, et une expérience prolongée, pouvait seule répondre à ces doutes.

» Dès 1865 et 1866, je disposai, à l'École Normale, une cave d'expériences comparatives, dans laquelle sont placés côte à côte des vins communs et des grands vins, dont partie de chaque sorte n'a pas été chauffée, et le restant chauffé à des températures variables comprises entre 50 et 75 degrés. Déjà, en 1866 et 1869, plusieurs membres de la Commission syndicale des vins de Paris ont bien voulu se livrer à la dégustation comparée d'un grand nombre de ces échantillons, et j'ai communiqué antérieurement à l'Académie les résultats de ces comparaisons. Trois nouvelles années s'étant écoulées depuis la dernière dégustation, et la plupart de ces vins se trouvant en expérience depuis six et sept ans, j'ai dû recourir de nouveau à l'obligeance des membres de la Chambre syndicale. Pour ajouter, s'il était possible, à l'autorité de son jugement, notre illustre confrère, M. Chevreul, président de la Société centrale d'Agriculture, a bien voulu, à ma demande, prier un certain nombre de Membres de cette Société de s'adjoindre à la Commission syndicale. Ce furent MM. Dumas, Barral, Bouchardat. M. Porlier, sous-directeur au Ministère de l'Agriculture, a

également assisté à cette constatation. Les appréciations ont été faites au scrutin secret, dans la forme rigoureuse déjà indiquée au *Compte rendu* d'une de nos séances, celle du 6 septembre 1869.

» Il résulte du procès-verbal de la dégustation qu'on peut considérer la pratique du chauffage comme un puissant moyen, non-seulement de conservation, mais aussi d'amélioration des vins communs et des vins fins.

» Il est démontré par une épreuve de six à sept années que, après une exposition rapide à une température comprise entre 55 et 65 degrés, les vins, même les plus fins, non-seulement n'éprouvent plus de maladies, mais en outre s'améliorent en prenant une qualité supérieure à celle que leur donne un vieillissement naturel, qui s'accomplit en dehors de toute maladie accidentelle.

» Des personnes plus ou moins autorisées avaient déclaré que le chauffage enlèverait avec le temps de la couleur au vin. C'est le contraire qui est vrai, quand on opère à l'abri de l'air : la couleur s'avive par le chauffage. Elles avaient dit : le chauffage altérera, avec le temps, le bouquet des grands vins ; cette opération les fera sécher, vieillarder. Tout au contraire, le bouquet paraît s'exalter avec les années, et plus sûrement que si on ne les chauffe pas. Pour les Chambertin, notamment, et pour les Volnay, ce fait a été très-remarqué par les dégustateurs. On avait dit encore qu'il était nécessaire de chauffer à des températures basses et pendant de longs mois. Ce sont autant d'erreurs, témoin certains vins de la dégustation dont il s'agit, qui ont été chauffés rapidement à 60, 65 et même 75 degrés, quoiqu'il soit superflu de chauffer à des températures trop élevées, ne fût-ce que par économie.

» Une précaution qui paraît utile et que j'ai indiquée depuis longtemps consiste à chauffer les vins plutôt jeunes que vieux, par exemple dans la première année pour les vins communs et à l'époque de la mise en bouteilles pour les vins fins.

» Dans la présente Note il ne s'agit que de vins chauffés en bouteilles. Pour le chauffage sur de grandes quantités de vin, j'ai insisté et j'insiste de nouveau sur la nécessité d'éviter, le plus possible, le contact de l'air. Il faut que dans les appareils dont on fait usage le vin soit le plus possible, avant, pendant et après le chauffage, dans les conditions du vin chauffé en bouteilles. Le contact de l'air peut altérer la couleur et développer un *goût de cuit*, généralement désagréable. Les insuccès que le chauffage en grand a pu présenter quelquefois tiennent à ce qu'on a négligé plus ou moins cette précaution.

» Je termine en regrettant de n'avoir pas opéré sur les vins fins de la Gironde. Je savais qu'ils étaient en général de bonne conservation, et j'avais peu de relation avec ce grand centre de production; mais aujourd'hui qu'on peut être conduit à chauffer les vins dans le seul but de les améliorer, il y a un grand intérêt à ce que je renouvelle mes essais sur les vins même les plus robustes. »

PROCÈS-VERBAL

de la dégustation de vins chauffés et non chauffés, faite le 10 *juillet* 1872, *à l'École Normale, sur la demande de M. Pasteur, par MM.* Teissonnière, *membre de la Chambre de Commerce;* Célérier, *président de la Chambre syndicale;* Brazier jeune, *ex-membre de la Chambre syndicale; en présence et assistés de MM.* Barral, Bouchardat, Dumas, *membres délégués par la Société centrale d'Agriculture; et* Porlier, *sous-directeur au Ministère de l'Agriculture.*

« *Vin blanc* 1868, chauffé en 1865 à 60 degrés. — Le vin chauffé est meilleur, à l'unanimité.

» *Vin rouge, coupage de Paris,* à 45 centimes la bouteille, chauffé en mai 1865 à 75 degrés. — Le vin chauffé est meilleur : différence très-peu sensible, un peu plus de couleur dans le vin chauffé.

» *Vin rouge, coupage de Paris,* à 45 centimes la bouteille, chauffé en mai 1865 à 60 degrés. — Un des échantillons est devenu blanc, c'est le vin chauffé (1). Aucun des échantillons n'est altéré. Pour ces échantillons, les bouteilles étaient debout.

» *Vin rouge, coupage de Paris,* à 60 centimes la bouteille, chauffé en juin 1865 à 70 degrés. — Le vin chauffé est en très-bon état de conservation; le non chauffé est aigre et a perdu une partie de sa couleur.

» *Vin rouge du Midi non plâtré* (petit montagne), chauffé à 65 degrés en décembre 1865. — Le vin chauffé est en très-bon état de conservation malgré son âge; le vin non chauffé est dur et acide, il a perdu de sa couleur.

» *Vin rouge du Midi plâtré* (petit montagne), chauffé à 65 degrés en décembre 1865. — Vin de qualité égale; un léger goût de fermentation dans le vin non chauffé; le chauffé est un peu plus coloré.

» *Vin rouge d'Arbois* 1865 (il était malade en 1869, époque à laquelle il a été chauffé). — Le vin chauffé est bon; il a plus de couleur que le vin non chauffé, qui a un goût de fermentation assez prononcé. Il y a au fond de la bouteille un dépôt flottant et abondant, tandis que dans la bouteille du vin chauffé ce dépôt est adhérent et peu abondant.

» *Vin de Bordeaux ordinaire,* chauffé en 1869 à 55 degrés. — Différence insignifiante; voix partagées; couleur égale dans chaque échantillon.

(1) M. Pasteur explique la perte de couleur du vin chauffé, par ce fait qu'aucune croûte par la fleur ne s'étant produite sur le vin chauffé, ce dernier s'est trouvé, en raison de la porosité du bouchon, constamment en contact avec l'oxygène de l'air, tandis que la croûte de fleur formée sur le vin non chauffé l'a préservé de cette influence.

» *Vin d'Arbois de* 1871, chauffé en avril 1872 à 60 degrés. — Le vin chauffé est reconnu supérieur à l'unanimité, quoique la différence soit peu sensible. La couleur est la même dans les deux échantillons.

» *Vin de Chambertin* 1865, chauffé en 1866 à 60 degrés. — Le vin chauffé est reconnu supérieur; il est plus moelleux, son bouquet s'est bien développé. Il y a autour de la bouteille du vin chauffé un dépôt abondant et adhérent; le dépôt, au contraire, est léger dans l'autre bouteille, et il est flottant. Très-bonne couleur, égale dans les deux échantillons.

» *Vin de Volnay* 1863, chauffé en décembre 1866 à 55 degrés. — Les deux vins sont bien conservés. La majorité a préféré le vin chauffé. Couleur égale dans les deux échantillons.

» *Vin de Volnay* 1865, chauffé en 1866 à 55 degrés. — Les deux vins sont excellents. La majorité cependant est acquise au vin chauffé, comme plus moelleux. Couleur égale dans les deux échantillons.

» *Vin de Volnay* 1864, chauffé en 1866 à 55 degrés. — Le vin chauffé est reconnu bien supérieur à l'unanimité. La couleur est égale.

» *Vin de Volnay* 1864, chauffé en décembre 1866 à 55 degrés. — Le vin chauffé est reconnu supérieur à la majorité d'une voix; vins excellents du reste. Couleur égale.

» *Vin de Volnay* 1862, chauffé en décembre 1866 à 55 degrés. — Le vin chauffé est bon. Le vin non chauffé est aigre et a perdu de sa couleur.

» *Vin de Pomard-Marey-Monge* 1863, chauffé en 1866 à 60 degrés. — Le vin chauffé est reconnu supérieur à l'unanimité. Il a conservé sa couleur, tandis que le vin non chauffé a perdu la sienne; ce dernier est devenu presque blanc; il est amer.

» *Vin de Beaune* 1857, chauffé en 1866 à 55 degrés. — Le vin chauffé a la majorité à une voix. Les deux vins sont bien conservés; si l'on se reporte à la dégustation faite en 1869, il en résulterait que le vin chauffé gagne (1).

» *Vin d'Echezeaux-Vougeot* 1862, chauffé en 1866 à 55 degrés. — Le vin chauffé a la majorité d'une voix; les deux sont excellents.

» *Vin d'Echezeaux-Vougeot* 1861, chauffé en 1866 à 55 degrés. — Le vin chauffé est reconnu supérieur par 4 contre 1.

» *Vin de Romanée* 1862, chauffé en 1866 à 55 degrés. — Le vin non chauffé est reconnu supérieur par 4 contre 1. Couleur égale.

» *Vin de Pomard* 1861 (Marey-Monge), chauffé en décembre 1866. — Le vin chauffé est reconnu supérieur à l'unanimité. Il a conservé sa couleur, tandis que le vin non chauffé a perdu beaucoup de la sienne.

» *Vin de Pomard* 1862 (Marey-Monge), chauffé en décembre 1866 à 55 degrés. — Le vin chauffé est reconnu supérieur à l'unanimité. Il a conservé sa couleur, tandis que le vin non chauffé a perdu une partie de la sienne, et il est amer.

---

(1) A cette occasion, on peut remarquer que si le vin chauffé paraît avoir perdu quelquefois de sa finesse après le chauffage, il la reprend ultérieurement avec avantage.

(Remarque de M. PASTEUR.)

« *Vin de Gevrey-Chambertin* 1859, chauffé à 65 degrés en mai 1865. — Le vin chauffé est reconnu supérieur à l'unanimité. Il a conservé sa couleur, tandis que le vin non chauffé a perdu une partie de la sienne et est devenu dur.

« *Vin de Saint-Georges* (Côte-d'Or 1858), chauffé en 1866 à 55 degrés. — Le vin chauffé est supérieur à la majorité d'une voix. Le vin non chauffé a un peu moins de couleur que celui qui a été chauffé. (*Suivent les signatures.*) »

MÉTÉOROLOGIE COSMIQUE. — *Note sur la découverte d'une seconde météorite tombée le 23 juillet 1872, dans le canton de Saint-Amand (Loir-et-Cher); par* M. DAUBRÉE.

« Dans une Notice, insérée dans les *Comptes rendus* de la dernière séance, sur les circonstances qui ont accompagné, le 23 juillet dernier, la chute d'une météorite dans le département de Loir-et-Cher, M. de Tastes déduisait des témoignages de plusieurs observateurs que, sans aucun doute, deux météores distincts avaient cheminé parallèlement à une faible distance.

» Cependant, on n'avait découvert qu'une seule météorite, celle qui a été trouvée dans la banlieue de Lancé et qui pèse 47 kilogrammes.

» En visitant ces localités, il y a quelques jours, j'ai appris qu'une seconde météorite venait d'être découverte sur un autre point du département, dans la commune d'Authon, à 2 kilomètres du village, au lieu dit Pont-Loisel. Supposant, d'après la violence du bruit qui s'était fait entendre le 23 dans cette localité, que le météore lumineux devait aussi y avoir apporté quelque chose, un habitant du pays, explorant le sol quelques jours plus tard, remarqua une petite cavité qui appela son attention, bien qu'elle n'eût guère qu'un décimètre de diamètre. En fouillant cette cavité, il eut la satisfaction d'y découvrir une pierre noire, dont il reconnut immédiatement la ressemblance avec la météorite de Lancé, qu'il avait vue.

» Cet échantillon, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, est en effet exactement de la même nature minéralogique que la météorite de Lancé; il n'y a aucun doute qu'elle ne provienne de la même chute.

» Le point où cette seconde météorite a été trouvée est situé à environ 12 kilomètres au sud-ouest de celui où est tombée la première. Ces deux points, dont la position va être exactement relevée, jalonnent la direction de la trajectoire du bolide. Il est à ajouter que leur alignement se rapproche beaucoup de la direction que lui avait assignée M. de Tastes dans la Note précitée.

» Les deux météorites sont d'une dimension très-différente. Tandis que

celle de Lancé a un poids de 47 kilogrammes, celle d'Authon ne pèse que 250 grammes, et ne devait pas arriver à un poids double avant d'avoir perdu un fragment.

» En comparant la situation des deux points dont il s'agit avec le sens du mouvement du bolide, on voit que la plus petite est tombée la première. Cette circonstance, probablement produite par l'inégale résistance que l'air opposait à ces projectiles, est tout à fait d'accord avec ce qu'on a observé dans des chutes antérieures. Ainsi, dans celle qui a eu lieu le 14 mars 1864 aux environs d'Orgueil (Tarn-et-Garonne), la plus grosse, du poids de 2 kilogrammes, était à l'extrémité orientale d'un ovale de 20 kilomètres de longueur sur 4 de largeur, qui s'étendait dans la direction de l'est à l'ouest, tandis que les plus petites, dont quelques-unes ne pesaient que 15 grammes, étaient à l'extrémité occidentale, et se trouvaient, par conséquent, à l'arrière (1).

» Les deux météorites se sont enfoncées dans un sol formé d'argile et de marne. Bien que leur trajectoire, lors de son apparition, parût très-peu inclinée sur l'horizon, elle est devenue à très-peu près verticale à son extrémité, comme on le reconnaît d'après la disposition droite du cylindre qu'elles ont creusé, sur un diamètre égal au leur.

» Quant à la profondeur de chacun de ces cylindres, elle était de $1^m,40$ pour la grosse météorite, et seulement de $0^m,50$ pour la petite. Si l'on tient compte de la faible dureté du sol, ces profondeurs peuvent, à la manière de dynamomètres, donner une idée de la vitesse, considérablement atténuée, dont étaient animées ces masses, au moment où elles atteignaient le sol (2). »

ANTHROPOLOGIE. — *Races nègres; Étude sur les Mincopies et sur la race négrito en général; par* **M. DE QUATREFAGES**. [Extrait par l'auteur (3).]

« Les îles Andaman, situées en plein golfe du Bengale, sont habitées par une population que ses caractères physiques distinguent nettement des

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, t. III, p, 1.

(2) La grosse météorite, dont la forme est celle d'un sphéroïde tronqué, reposait au fond de la cavité, sur sa surface ronde, la partie la plus large tournée vers le sud-ouest, c'est-à-dire à l'arrière.

(3) La première partie de ce travail a paru dans la *Revue d'Anthropologie* que vient de fonder M. Broca; la seconde partie est sous presse.

races humaines les plus voisines. Ce fait était connu des Arabes, qui, dès le milieu du IXe siècle, avaient recueilli sur les Andamaniens quelques données précises, mêlées du reste à beaucoup de fables. Cette population n'a été vraiment connue des Européens qu'à la fin du siècle dernier. En fondant des colonies pénitentiaires dans ces îles, les Anglais ont été conduits à en étudier les habitants. Jusqu'à ces dernières années, tous les renseignements au sujet des Mincopies ou Andamaniens nous sont venus d'officiers ou de médecins de la marine anglaise. C'est un Anglais, M. R. Owen, qui, le premier, a fait connaître les caractères ostéologiques de cette race, et, si je puis ajouter quelques faits importants à ce qu'ont publié notre éminent Associé étranger et M. G. Busk, c'est encore à un Anglais que j'en suis redevable.

» M. le colonel Tytler, ancien gouverneur des îles Andaman, avait envoyé à M. Verreaux deux têtes osseuses, dont l'authenticité était par cela même incontestable, et deux photographies reproduisant un groupe de sept Mincopies, hommes et femmes. M. Verreaux voulut bien faire don aux collections d'anthropologie de ces précieux matériaux. D'autre part, le Muséum possédait déjà plusieurs têtes venant de localités diverses, et entre autres des Philippines, têtes qui permettaient de mettre en évidence et de préciser les rapports anthropologiques des Mincopies avec diverses populations insulaires ou continentales géographiquement fort éloignées des îles Andaman. Dès 1861 et 1862, dans mes cours et dans une publication fort succincte, j'avais signalé ces rapports. Grâce à l'envoi de M. le colonel Tytler, j'ai pu compléter, à certains égards, ce qu'avaient dit mes prédécesseurs sur une race humaine des plus intéressantes, justifier tout ce que j'avais avancé il y a plus de dix ans, et éclaircir quelques nouveaux points essentiels. Je suis heureux de remercier publiquement l'honorable colonel.

» Au physique, les Mincopies sont de vrais nègres, caractérisés par un teint très-noir et des cheveux laineux croissant par petites touffes; mais ils diffèrent des nègres d'Afrique et des Papouas de la Mélanaisie par plusieurs traits essentiels.

» Leur stature s'élève très-rarement au-dessus de $1^{m},525$; leur taille moyenne est tout au plus de $1^{m},436$. Sous ce rapport, ils se placent entre les Lapons et les Boschismen, ceux-ci formant la plus petite race humaine connue jusqu'à ce jour. A cette petitesse de la taille, les Mincopies joignent des formes arrondies, des muscles peu saillants, si bien que rien dans leur extérieur n'annonce la vigueur remarquable, la résistance à la fatigue qu'ont reconnues chez eux tous ceux qui les ont visités.

» Les photographies du colonel Tytler permettent de constater que les Mincopies se distinguent également des autres nègres par les caractères du visage. Ils n'ont ni les traits accentués des Papouas ni surtout le prognathisme des Africains.

» Leur tête osseuse n'est pas moins caractérisée. Le prognathisme maxillaire et surtout le prognathisme dentaire sont à peine marqués ou presque nuls; la fosse canine est presque effacée; l'apophyse montante du maxillaire supérieur s'élève à peu près directement sans présenter la moindre inflexion, d'où il résulte que les os du nez se joignent sous un angle très-ouvert et que les orbites sont remarquablement écartés. Le crâne mincopie a aussi ses caractères propres. Vu par derrière, il présente un contour pentagonal très-accusé; il est surtout brachycéphale. Ce trait le distingue absolument du crâne papoua aussi bien que du crâne australien, tous deux très-dolichocéphales. Naguère on y aurait trouvé un sujet de distinction non moins tranchée avec *toutes* les races nègres africaines; mais M. Hamy, en calculant les indices céphaliques de certains crânes d'Afrique mesurés par M. Owen, a montré que la dolichocéphalie n'était pas un caractère rigoureusement commun à tous les nègres de cette partie du monde, comme on l'avait cru jusqu'ici, et cette conclusion a été confirmée récemment. M. l'amiral Fleuriot de Langle nous a appris que les peuples du Benguela et de quelques autres possessions portugaises avaient la tête ronde et non pas allongée. Mais en même temps ces nègres africains brachycéphales ont la peau jaunâtre et, en somme, ils ne peuvent être rattachés aux Mincopies par l'ensemble de leurs caractères physiques.

» Il en est tout autrement de certaines populations de l'extrême Orient, et en particulier des Aëtas ou Négritos des îles Philippines. Depuis longtemps j'avais signalé les rapports étroits que les caractères extérieurs établissent entre eux et les Andamaniens. La comparaison des têtes osseuses m'a conduit au même résultat. Les deux crânes recueillis par M. de la Gironnière dans un cimetière d'Aëtas, et déposés par lui au Muséum, ne peuvent laisser sur ce point aucune place au doute. Malgré la distance qui les sépare, les Andamaniens et les Aëtas appartiennent exactement au même type. Ni les uns ni les autres n'ont le moindre rapport avec les Australiens, comme on l'a récemment avancé en Allemagne au sujet des Aëtas.

» En retrouvant le même type humain aux îles Andaman et aux Philippines, il est bien difficile de ne pas regarder comme lui appartenant les Sémangs de la presqu'île de Malacca, située entre ces deux points extrêmes. Tout ce que les voyageurs ont recueilli sur les caractères extérieurs des

Sémangs concorde en effet avec ce que nous savons des Mincopies et des Aëtas. Malheureusement il n'existe pas, que je sache, un seul crâne de Sémang dans les collections d'Europe.

» En revanche, deux têtes de Parias de l'Inde, rapportées l'une par M. Leschenaud, l'autre par M. Janssen, à qui M. le Dr Mouat avait bien voulu la remettre à mon intention, permettent d'affirmer que le type Mincopie est entré pour une forte part dans la composition de ce fouillis de races qui couvrent la presqu'île gangétique. J'avais formulé cette opinion, et mon Mémoire était à peu près complétement imprimé, lorsque j'ai eu le plaisir de voir mes conclusions confirmées d'une manière très-inattendue. M. Louis Rousselet, qui vient de passer plusieurs années dans l'Inde, m'a remis une Note et un croquis, d'où il résulte que de vrais nègres purs ou presque purs vivent encore sur les sommets les plus inaccessibles des monts Vindagas, et que leur type est bien celui des Mincopies. Ces Hôs ou Djangalis sont bien probablement les restes des tribus, jadis nombreuses, représentées dans les traditions indoues comme des singes intelligents, et dont le roi Hanouman fut l'allié de Râma.

» Indépendamment des Mincopies, des Aëtas et des populations qui se rattachent à ces deux groupes, les archipels indiens nourrissent d'autres nègres de très-petite taille et de proportions plutôt grêles que robustes, remarquables entre autres par le développement de leurs lèvres, leur manton fuyant et leur teint fuligineux. Par ces caractères extérieurs, ces *nègres pygmées*, comme les appellent plusieurs voyageurs, diffèrent donc des précédents. La présence de ce type a été signalée depuis Florès et les Moluques jusque dans la Nouvelle-Guinée, où les tribus qui le présentent sont mêlées aux athlétiques Papouas.

» Il y avait évidemment un grand intérêt à rechercher si ces petits nègres méridionaux se rattachaient soit aux Mincopies et aux Aëtas, qui leur ressemblent par la taille, soit aux Papouas, dont ils sont géographiquement les proches voisins. Les collections du Muséum offraient les moyens de résoudre ce problème. On y trouve un assez grand nombre de têtes, apportées par nos expéditions scientifiques et venant des contrées dont il s'agit. Or ces têtes, petites et brachycéphales, n'ont aucun rapport avec celles des Papouas, dont le Muséum possède aussi plusieurs exemplaires. Toutes, au contraire, présentent, avec les têtes mincopies et aëtas, la plus grande ressemblance.

» En tenant compte de ces données et de plusieurs autres dans le détail desquelles je ne saurais entrer ici, on est conduit à regarder tous ces nègres

orientaux de petite taille et à tête brachycéphale comme formant une grande division, une *branche du tronc nègre*. C'est elle que j'ai désignée depuis longtemps sous le nom de *race négrito,* désignation empruntée à l'un des noms donnés aux Aëtas par la plupart des voyageurs.

» La race négrito a été à coup sûr une des premières, très-probablement la première à peupler les terres où nous la trouvons encore et bien d'autres d'où elle a disparu. Partout elle a été attaquée, partout elle a été vaincue par les races noires, jaunes et blanches venues après elle. Sur bien des points, elle a mêlé son sang à celui des vainqueurs. Elle n'a persisté à l'état de pureté, sur le continent, que dans quelques massifs montagneux; elle s'est conservée aux Andamans, parce que l'absence du cocotier et quelques autres circonstances locales ont fait dédaigner cet archipel par les Malais; elle subsiste dans quelques autres îles, peut-être par des motifs analogues, peut-être aussi parce que le flot des migrations s'est tari avant d'arriver jusqu'à elle.

» Pour compléter ce très-court extrait, je demande à l'Académie la permission de résumer en quelques mots les résultats généraux de ce travail.

» 1° Pas plus au physique qu'au moral, les Mincopies ne sont aussi dégradés qu'on pourrait le croire, d'après les descriptions même les plus récentes.

» 2° Par suite de diverses circonstances et de leur isolement dans une île où rien n'attirait les étrangers, les Mincopies ont conservé une pureté de sang très-grande sinon absolue, et peuvent être pris pour type de la race à laquelle ils appartiennent.

» 3° Cette race, essentiellement caractérisée par la brièveté du crâne, la petitesse de la taille, la couleur noire de la peau et la chevelure dite laineuse, appartient incontestablement au tronc nègre.

» 4° Cette race se distingue très-nettement, soit des races noires africaines, soit des nègres mélanaisiens dolichocéphales, de grande taille et de proportions athlétiques (vrais Papouas); elle ne peut pas davantage être confondue avec la race australienne, à tête dolichocéphale, à cheveux droits ou seulement ondulés.

» 5° Cette race doit être considérée comme une *branche du tronc nègre;* nous lui conservons le nom de *Négrito*, depuis longtemps employé pour désigner un de ses groupes les plus purs et les mieux connus.

» 6° La *branche négrito* se divise en deux *rameaux* que distinguent principalement les caractères extérieurs; les caractères ostéologiques de la tête sont, au contraire, à peu près identiques dans les deux rameaux.

» 7° Le *rameau malais* se trouve surtout dans la Malaisie, à partir de Florès; il remonte jusqu'aux Moluques, et s'étend au moins jusqu'à l'île Toud, dans le détroit de Torres. Selon toute apparence, il a été jadis répandu dans tous les archipels malais. Il se mêle aux Papouas dans la Nouvelle-Guinée.

» 8° Le *rameau mincopie* se trouve des îles Andaman et Nicobar jusqu'aux Philippines. Il s'étendait jadis jusqu'aux Mariannes et au Japon.

» 9° Ce dernier rameau est encore représenté sur le continent par les Sémangs de Malacca et les Hôs de la Nerbouda.

» 10° Le même rameau a, selon toute apparence, occupé primitivement toute ou partie de l'Inde.

» 11° C'est le rameau mincopie qui a fourni l'élément nègre au moins d'une partie des populations druvidiennes. A en juger par les caractères de la tête osseuse, certains Parias seraient des Mincopies purs ou presque purs.

» 12° La limite entre les rameaux mincope et malais reste à déterminer.

» 13° On devra probablement rattacher à la race négrito toute une partie des populations nègres de petite taille qu'on trouve sur certains points de la Mélanaisie, en dehors de la Nouvelle-Guinée. Peut-être aussi y aura-t-il lieu de créer de nouvelles divisions *rameaux* ou *familles*.

» 14° Les divers groupes de la race négrito ont certainement précédé sur bien des points les populations aujourd'hui mêlées à eux. Tout tend à faire penser qu'il en a été partout de même.

» 15° La race négrito a très-probablement occupé quelques-unes des grandes îles comprises dans ses limites actuelles, et où elle semble pourtant n'avoir laissé aucune trace.

» 16° Les événements qui ont amené l'extinction plus ou moins complète des populations négritos ne se passent à peu près jamais sans entraîner des croisements. Nous avons déjà constaté ces mélanges sur certains points, et il y a lieu de rechercher les traces du métissage dans toute l'aire géographique ayant appartenu à cette race. »

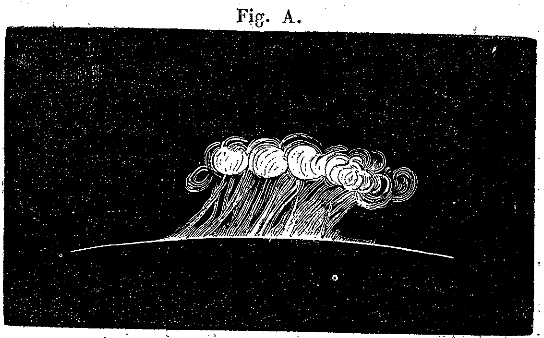
ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éruption solaire observée le 7 juillet, et sur les phénomènes qui l'ont accompagnée.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 24 juillet 1872.

» M. Tarry, dans la séance de l'Académie du 15 juillet, a bien voulu faire mention de l'observation, faite par moi le 7, de la magnifique éruption

solaire qui eut lieu de $3^h 30^m$ à $6^h 50^m$. L'Académie verra, j'espère, avec plaisir les dessins de ces merveilleux phénomènes. Sans doute la science

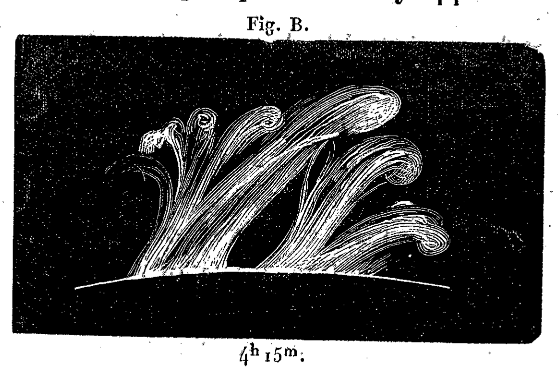
Fig. A.



7 juillet 1872, $3^h 50^m$.

possède un grand nombre de ces descriptions; mais il n'est pas inutile de les multiplier, on a toujours quelque chose à y apprendre.

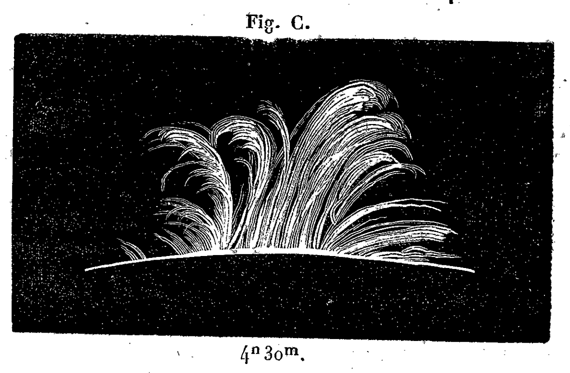
Fig. B.



$4^h 15^m$.

» On voit, par ces dessins, que le gros nuage cumuliforme (*fig.* A), qui à $3^h 50^m$ surmontait les jets, était réellement formé par l'enchevêtrement et

Fig. C.



$4^h 30^m$.

la fusion de la masse des jets eux-mêmes, et que, lorsque la masse se fût soulevée et étalée à une hauteur de 80 secondes, de 65 à laquelle elle était,

et qu'elle eut occupé 10 degrés en largeur, elle parut se résoudre en filets gracieusement recourbés, comme les feuilles d'acanthe dans un chapiteau corinthien. (Voir *fig.* B, C, D, E.) Cependant les courbes de ces jets ne sont pas simplement paraboliques, mais réellement spirales, car on y voit la volute se former aux extrémités des filets. Ce fait, jadis indiqué dans une figure fameuse de M. Young, a été confirmé d'une manière incontestable le 13 juillet, dans une des dernières éruptions qui ont accompagné la tache dont nous allons bientôt parler (*fig.* 6). La figure F représente les derniers restes de l'éruption du 7, suspendus dans les airs au-dessus de flammes assez faibles. Le jour suivant, à cette même place, parut une belle tache, accompagnée d'une autre éruption.

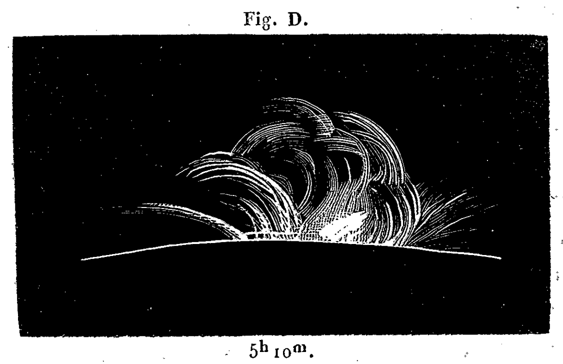
» En donnant la description de cette éruption, je faisais remarquer qu'il existait dans l'hémisphère austral, près du méridien central, une grande tache dans laquelle on remarquait aussi des vestiges d'éruption, qu'on relevait par la disparition et le renversement des raies de l'hydrogène, et par la dilatation très-considérable des raies du sodium, du magnésium et d'autres métaux. Cette dilatation fut, dès mes premiers travaux en 1868 et 1869, considérée comme un indice de vapeurs très-denses de ces métaux, existant dans la tache : cette conclusion fut alors fortement combattue. Il me parut donc intéressant de suivre cette tache, pour voir si les éruptions soupçonnées d'après ces indices existaient réellement. Mais il fallait évidemment s'assurer que ces éruptions duraient jusqu'à l'époque à laquelle la tache approche du bord solaire. Nous avions lieu de l'espérer, car dans cette tache régnait une immense activité; sa forme intérieure changeait tous les jours d'une manière étonnante. Nous en fîmes les dessins chaque jour, pour constater si les changements continuaient. M. Capello de Lisbonne nous a envoyé ses photographies, qui, comparées avec nos dessins, se trouvent parfaitement d'accord.

» La tache était accompagnée, sur tout son contour, d'une vaste facule, laquelle était tellement vive, que lorsqu'elle arriva au bord, elle se détachait sur le fond solaire comme une tache blanche très-nette, et le 11 juillet, lorsqu'elle traversa le bord, elle y parut former une élévation sensible sur le contour circulaire en deux points (*fig.* K). Le contour de la tache avait subi des changements sensibles, même le jour précédent, de sorte que l'on pouvait être certain que l'activité y régnait encore.

» Les éruptions ne se firent pas attendre. Le 10 juillet, cette vive facule ne touchait pas encore au bord, et l'on ne vit dans le voisinage que quelques panaches assez faibles, de dimensions ordinaires. Mais le 11 au

matin, à 9 heures, l'éruption était en pleine activité, et la forme de la tache, même en ayant égard à sa nouvelle position près du bord et au raccour-

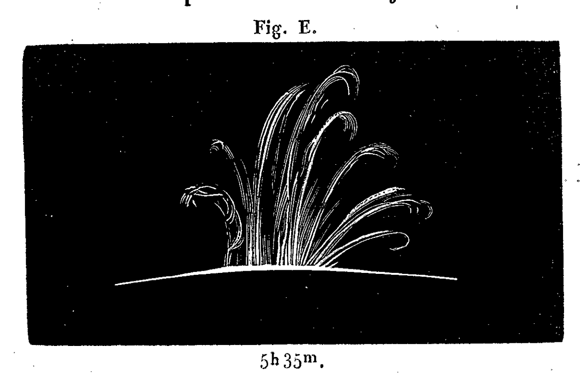
Fig. D.



$5^h 10^m$.

cissement qui en résultait, était sensiblement changée depuis le jour précédent. Sur les bords solaires paraissaient des jets très-vifs et très-denses, de

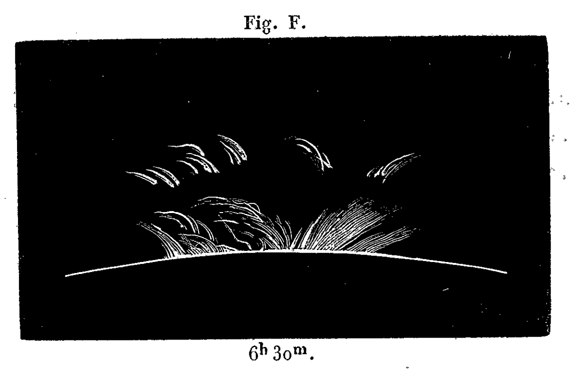
Fig. E.



$5^h 35^m$.

hauteur médiocre, mais formant une masse compacte; près de cette masse se trouvaient des assemblages de jets filiformes, élevés à plus de 1′ 30″,

Fig. F.



$6^h 30^m$.

tournés en spirales et en arc de cercle. La masse brillante passa par des phases très-curieuses : après s'être évanouie à $9^h 55^m$, elle fut remplacée

par un cumulus très-élevé, oblique, de forme ovale, qui se transforma dans l'espace de quelques minutes en un nuage de forme ordinaire, émettant vers le bas une pluie de feu surprenante. A $10^h 7^m$ l'intensité fut maximum, et ensuite tout s'évanouit. En reprenant l'observation à $4^h 45^m$, on fut étonné de voir l'éruption ranimée avec une forme différente de celle qu'on avait observée le matin et tout à fait exceptionnelle. L'ensemble avait l'aspect d'un bateau; les jets, volumineux et très-vifs, sortaient si obliquement à droite et à gauche, qu'ils tournaient leur *convexité* du côté du bord solaire (*fig.* H), circonstance que je n'ai jamais vue sur une échelle aussi vaste. C'était l'aspect d'un vaste incendie, dans lequel un vent vertical écarterait les flammes de tous côtés. Cette apparition dura un quart d'heure au plus. Les flammes prirent leur apparence ordinaire, et, à $6^h 20^m$, l'aspect était celui d'un vaste cratère de flammes, déprimé au milieu, d'où sortait capricieusement un jet très-délicat, filiforme et ramifié, se soulevant d'abord verticalement, se repliant et se divisant au sommet (*fig.* I, faite par le P. Ferrari, mon assistant).

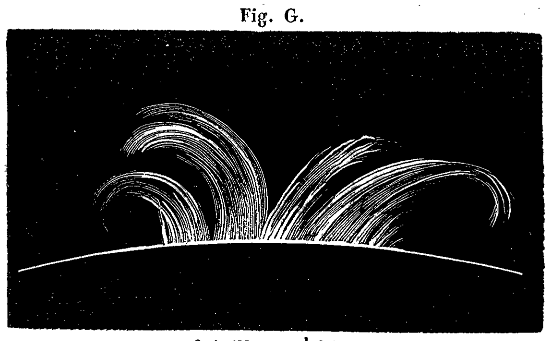
» Le jour suivant, 12, les éruptions continuèrent, toujours intermittentes et se renouvelant à des intervalles de quatre à cinq heures, mais elles furent moins vives que le jour précédent. Le 13 juillet, on eut encore un reste d'éruptions, mais elles consistèrent en panaches hydrogéniques diffus, parmi lesquels on vit la belle figure G citée ci-dessus. Le 14, le centre était éteint.

» Pendant qu'on examinait ces formes variables, on faisait aussi l'examen spectroscopique des substances. Dans les émissions, on vit apparaître renversées les raies du sodium, du magnésium, du fer et une foule d'autres, surtout dans le vert, qu'il devenait impossible de distinguer. La raie située à peu près à égale distance entre c et b, qui se renverse si souvent, était si vive qu'elle donnait la forme de la protubérance, comme les raies de l'hydrogène. On distingua encore celle qui est située entre a et b. Il serait impossible de reproduire ici ces analyses et les figures que je m'occupe de mettre en ordre pour les publications de notre *Société Spectroscopique*.

» Pendant ces observations, la tache apparue le 8 était toujours visible, et l'analyse spectrale accusait de vastes éruptions à son intérieur; l'un des phénomènes les plus curieux fut de voir les raies du chrome très-diffuses et gonflées comme celles du sodium. Ces raies sont cotées 1613,5 et 1615,5 par M. Kirchhoff. J'avais conçu l'espérance que cette tache, en arrivant au bord, pourrait manifester des éruptions; mais je m'aperçus, quatre jours avant cette arrivée, que sa forme restait presque invariable, et que le spec-

troscope n'accusait plus ces dilatations si larges et si accusées qu'elle donnait avant. Elle était entrée dans une période de tranquillité.

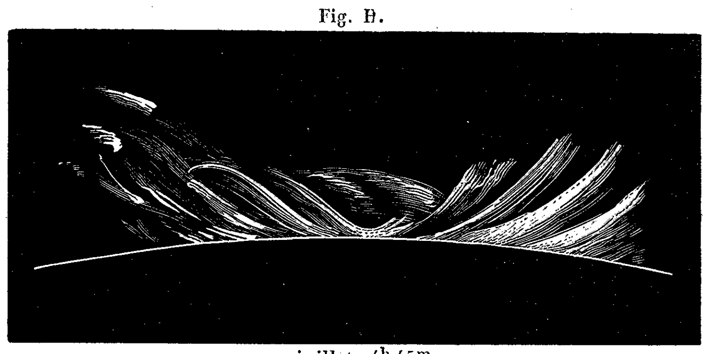
Fig. G.



13 juillet, $11^h 35^m$.

» Le 20, elle était assez voisine du bord, mais elle était seulement précédée de panaches faibles. Le 21 au matin, un filet étroit la séparait seul

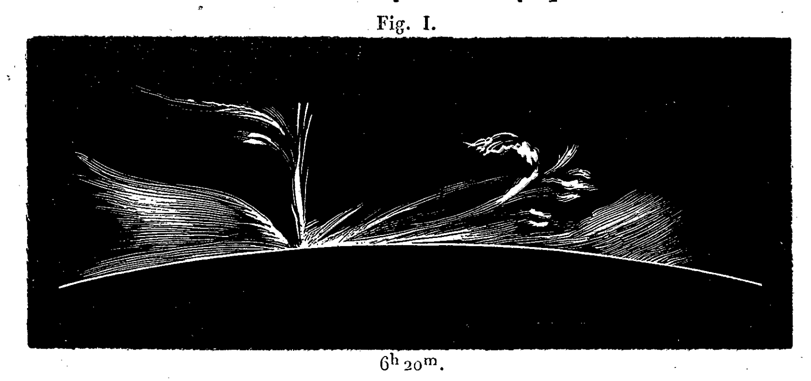
Fig. H.



11 juillet, $4^h 45^m$.

du bord, et elle était bordée par un anneau très-mince de petits points brillants ou facules. L'observation spectroscopique ne donna ni éruptions

Fig. I.



$6^h 20^m$.

violentes, ni protubérances étalées : il n'y avait que de très-petits jets de flammes, très-vifs, mais très-bas. L'observation fut répétée plusieurs fois

pendant la journée : on trouva toujours les choses dans le même ordre. Le 22, à la place de la tache, on observait une chromosphère d'une constitution uniforme, formée de petites pointes vives, sans protubérances, etc.

» De ces faits, il me paraît permis de tirer les conclusions suivantes, appuyées du reste par de nombreux exemples.

» 1° Les indices d'éruption dans les taches, constitués par le renversement des raies de l'hydrogène et par les dilatations des raies des autres vapeurs métalliques, sont des indices rationnels et certains de l'existence réelle de ces éruptions. Ces modifications des raies sont alors l'équivalent du renversement qu'on observe au bord.

» 2° Les taches passant par deux périodes bien distinctes, celle de formation et celle de dissolution, la présence d'une tache au bord ne permet pas de conclure à l'existence nécessaire d'une éruption visible, car la tache pourrait bien être dans sa deuxième phase de dissolution. Ces conclusions sont précieuses pour mettre d'accord un grand nombre d'observations, en apparence contradictoires, signalées par d'autres observateurs qui nous ont objecté l'absence des éruptions là où les taches se présentaient au bord. Faute de distinguer les deux états de la tache, on avait dans la théorie une confusion qui disparaît maintenant; on prouve encore ainsi que la tache est l'effet des éruptions et qu'elle en dérive, comme je l'ai exposé ailleurs.

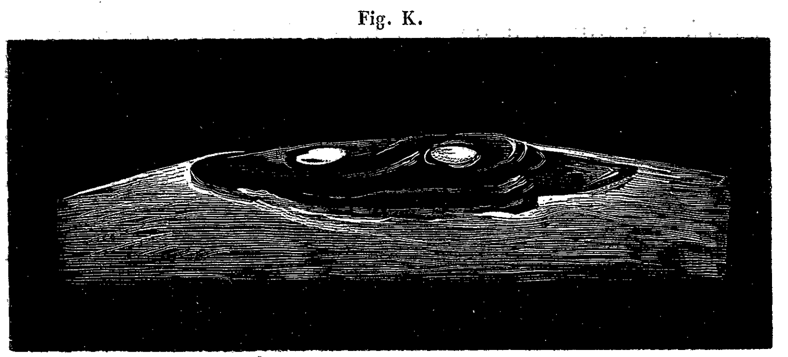
» 3° Ainsi se trouve encore confirmé ce que nous avons constaté tant de fois, que les facules très-vives, surtout en présence des taches, sont accompagnées par des éruptions, et qu'elles déterminent une élévation assez sensible sur le bord solaire. Sans doute la facule n'est pas la protubérance, mais comme sur ces facules il y a toujours ou éruption ou vivacité extraordinaire, avec soulèvement de la photosphère, comme l'a prouvé M. Tacchini, et renversement des raies métalliques, une élévation visible de la chromosphère elle-même ne peut plus être contestée.

» 4° On voit, par ces faits, que les éruptions peuvent durer un nombre considérable de jours, et que les changements de forme des taches sont probablement produit par des éruptions nouvelles. Ainsi se complique encore la relation qui peut relier ces explosions solaires avec nos aurores boréales et nos perturbations magnétiques, de sorte que, avant de rien affirmer, il faut attendre qu'on ait des observations plus nombreuses.

» Ces explosions et la simultanéité des aurores boréales ont été reliées aussi avec la lumière zodiacale. Les relations entre ces phénomènes parais-

saient confirmées par les observations spectrales de la lumière zodiacale, à laquelle on attribuait la même raie qu'à l'aurore boréale, et qu'on regardait comme formée d'une seule couleur, analogue à celle d'une raie secondaire constatée dans l'atmosphère solaire pendant les éclipses. Sur toutes ces connexions, j'ai toujours gardé le silence, car l'observation de la lumière zodiacale est difficile dans une ville où les becs à gaz donnent tant de lumière diffuse. Mais maintenant que M. Smyth, directeur de l'Observatoire d'Édimbourg, a constaté que la lumière zodiacale ne donne pas une simple raie, je dois dire que c'est aussi ce que j'ai toujours vu, et je souscris, avec les astronomes de Palerme, à cette assertion. Ce qui a achevé de me persuader, c'est l'étude des lumières phosphorescentes animales, qui, vues au spectroscope, avaient été jugées monochromatiques : je l'avais moi-même affirmé à M. Panceri, de Naples. Mais, dernièrement, en analysant la lumière de quelques vers luisants, et la trouvant sensiblement monochromatique avec le spectroscope, je me débarrassai de plusieurs pièces qui affaiblissaient la lumière, et je constatai, avec un instrument analogue à celui de M. Smyth, que le spectre est composé, qu'on y distingue nettement le rouge et le violet, et qu'enfin c'est un spectre sensiblement continu. Je donnai avis à M. Panceri de ce résultat; ce savant prit alors la peine de m'envoyer des organes brillants de Pyrosomes desséchés, lesquels, placés dans l'eau, deviennent lumineux. Je pus constater que la lumière de ces animaux marins est également composée; le spectre en est sensiblement continu, et, quoique moins riche en rouge que celui des vers luisants terrestres, il est cependant formé des couleurs ordinaires.

Fig. K.



$5^h 30^m$. Grande facule au bord.

» La lumière zodiacale est donc de l'ordre de ces faibles lumières qui, à cause de leur faiblesse même, paraissent monochromatiques. Il faut rejeter franchement de la science ces assertions : 1° que la lumière zodiacale

est monochromatique dans le sens rigoureux de ce mot; 2° qu'elle est analogue à celle de l'aurore boréale; 3° qu'elle présente une connexion avec la raie secondaire de l'atmosphère solaire vue dans les éclipses. Cela n'empêche pas d'ailleurs d'admettre que la lumière zodiacale soit une dépendance de l'atmosphère solaire.

» Dans les *Comptes rendus* du 15 juillet se trouve également la réponse de M. Respighi à ma dernière Note. Je vois que la question prend une direction qui intéresse, non plus la science, mais seulement les personnes; de plus, M. Respighi modifie lui-même l'étendue de ses prétentions. La discussion ne saurait donc plus trouver place dans les *Comptes rendus*. Je me bornerai à dire que la ligne sur laquelle insiste M. Respighi, je l'ai, non pas *oubliée*, mais *omise*, car le contenu en est le même que celui des passages que j'ai cités.

» 1° Je n'ai jamais nié l'exactitude de l'observation de M. Respighi sur l'absence des protubérances aux pôles; je l'ai, au contraire admise, mais en affirmant que cette absence était alors démentie, et que, si cette assertion reparaît de nouveau, cela prouve seulement qu'il ne faut pas trop se hâter de tirer des conclusions pour ce qui concerne les phénomènes solaires. 2° Quant au reste, mes publications sont entre les mains des savants : ils pourront juger si j'avais à chercher à m'enrichir des dépouilles des autres. Quant aux lettres que cite Respighi, ces documents n'appartiennent pas encore à la publicité : je n'en dirai rien. »

M. DE QUATREFAGES, après avoir entendu la lecture de cette Note, ajoute :

« Si j'ai demandé à prendre la parole au sujet de la lettre si intéressante de notre éminent Correspondant, ce n'est pas, on le comprend, pour parler du Soleil. Mais le P. Secchi s'est occupé aussi d'analyser les lumières dues à ce qu'il appelle *la phosphorescence animale*. Or il me semble utile de faire remarquer que l'on a confondu sous ce nom des phénomènes très-différents et qui n'ont probablement de commun que la production d'une lumière plus ou moins vive. Il y a là, ce me semble, pour les personnes qui s'occupent d'analyse spectrale, un sujet d'études qui n'est pas épuisé, malgré les recherches de M. Panceri et celles du P. Secchi.

» Les observations déjà anciennes de Spalanzani et de Macaire, reprises avec tant de soin par Matteucci et par M. Becquerel, ont mis hors de doute que la lumière des Lampyres, des Elaters, etc., est due à une véritable com-

bustion lente. Cette lumière s'éteint dans le vide, dans les gaz irrespirables; elle reparaît au contact de l'air; elle est sensiblement activée par la présence de l'oxygène pur; elle persiste dans les animaux morts et dans des tronçons d'animaux; enfin son dégagement est accompagné de production d'acide carbonique.

» Dès 1843, je rattachais à ce mode de production de lumière la phosphorescence de certaines sécrétions ou exsudations, produites par divers animaux marins, et entre autres la phosphorescence des Pholades, si bien observée par M. Edwards.

» Mais en même temps je montrais que certains invertébrés marins, des annelés, des rayonnés, produisent de la lumière d'une tout autre manière. Chez eux cette production a lieu dans les muscles, au moment de la contraction et par étincelles. J'ai repris cette question avec plus de détails en 1870, dans un travail assez étendu consacré à l'histoire des Noctiluques. J'ai montré que chez ces Rhizopodes la lumière se produit dans la trame contractile logée dans la cavité même du corps et complétement baignée par le liquide qui remplit cette cavité. Cette lumière se rattache bien évidemment à la contraction. Elle se manifeste souvent sous la forme d'une étincelle, mais on peut obtenir des éclats plus durables et permettant l'observation au microscope. On reconnaît alors que ce que l'on pouvait prendre pour une étincelle unique ou pour un point émettant une lumière fixe se résout en une multitude d'étincelles microscopiques, toujours passagères et instantanées. J'ai figuré l'aspect que présente un de ces points lumineux vu à un grossissement de 240 diamètres. M. Bouchard-Chantereaux, qui voulait bien m'aider dans ces expériences, a pu vérifier à diverses reprises l'exactitude de ce dessin (*Ann. des Sc. nat.*, 3e série, t. XIV, pl. 5).

» Je me suis assuré par des expériences directes que l'acide carbonique n'éteint pas la lumière des Noctiluques, que l'oxygène ne l'avive pas; entre l'action de ces deux gaz, celle de l'air et celle de l'hydrogène, je n'ai pu remarquer aucune différence, ou plutôt aucun de ces gaz n'a exercé d'action appréciable.

» Au contraire, les agents irritants, qui déterminaient la contraction de la trame intérieure, déterminaient aussi la production de lumière, de quelque nature qu'ils fussent.

» Cette lumière, bien probablement indépendante de toute sécrétion et de toute action chimique, me semble mériter d'être étudiée par les procédés qui ont déjà donné de si beaux résultats. Les Noctiluques se prêteraient très-bien à ces recherches. En les réunissant dans un vase, en les trai-

tant de diverses manières, ainsi que je l'ai indiqué dans mon travail, on obtient une lumière bien plus vive que celle d'un ver luisant. Sans reproduire ici les détails qu'on trouverait au besoin dans mon Mémoire, je me bornerai à dire qu'un tube de 15 millimètres de diamètre, renfermant de l'eau assez chargée de Noctiluques pour que la masse de celles-ci représentât à peu près les deux tiers du liquide, agité vivement et posé sur le verre d'une montre, permettait de lire les chiffres assez fins tracés sur le cadran. »

« M. MILNE EDWARDS ajoute qu'il a reçu de M. Panceri, professeur d'anatomie à Naples, divers travaux très-intéressants sur la phosphorescence des animaux marins; qu'une traduction française de ces Mémoires est sous presse, et que, dans une prochaine séance, il les présentera à l'Académie. Aujourd'hui il se bornera à rappeler que M. Panceri a soumis à l'analyse spectrale la lumière émise par les Pholades, les Béroés, les Méduses, etc., et qu'il l'a trouvée toujours monochromatique. »

» M. EDM. BECQUEREL fait observer que des recherches ont déjà été faites en vue d'analyser la lumière émise par les animaux et les végétaux phosphorescents, et que cette lumière n'a présenté que des images prismatiques continues, plus ou moins étendues, dénuées de raies brillantes ou obscures (1). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces orthogonales; par* M. A. CAYLEY.

« En considérant une famille orthogonale (savoir : une famille de surfaces qui fait partie d'un système orthogonal), on peut se proposer la question : *Étant donnée une surface de la famille, trouver de la manière la plus générale la famille.* J'essaye de résoudre cette question en développant les trois coordonnées selon les puissances d'un paramètre; et, quoique je n'aie encore calculé que les trois premiers termes des trois développements, les résultats me paraissent assez intéressants pour les soumettre aux géomètres.

» On peut, pour la surface donnée, considérer les coordonnées x, y, z d'un point quelconque de la surface comme des fonctions déterminées de deux paramètres p, q. Si, de plus, ces paramètres sont tels, que les équa-

(1) EDM. BECQUEREL, la *Lumière, ses causes et ses effets*, t. I, p. 419.

tions des deux systèmes de courbes de courbure soient $p=\text{const.}$, $q=\text{const.}$ respectivement, alors $\left(\text{en écrivant pour abréger } \frac{dx}{dp}=x_1,\ \frac{dx}{dq}=x_2,\ \frac{d^2x}{dp^2}=x_3,\ \frac{d^2x}{dp\,dq}=x_4,\ \frac{d^2x}{dq^2}=x_5, \text{ et de même pour } y \text{ et } z\right)$ ces coordonnées x, y, z, considérées toujours comme des fonctions de p, q, seront telles, que

$$x_1x_2+y_1y_2+z_1z_2=0,\qquad \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_4 & y_4 & z_4 \end{vmatrix}=0.$$

» J'écris ici et dans la suite $X, Y, Z = y_1z_2-y_2z_1,\ z_1x_2-z_2x_1,\ x_1y_2-x_2y_1$. On a donc identiquement

$$Xx_1+Yy_1+Zz_1=0,$$
$$Xx_2+Yy_2+Zz_2=0,$$

et les deux équations mentionnées sont

$$x_1x_2+y_1y_2+z_1z_2=0,$$
$$Xx_4+Yy_4+Zz_4=0.$$

» Je m'arrête pour remarquer que la dernière équation, dans sa forme originale, peut être remplacée par trois équations de la forme $x_4+Ax_1+Bx_2=0$, et qu'en ajoutant les trois équations multipliées par x_1, y_1, z_1 respectivement, et aussi multipliées par x_2, y_2, z_2 respectivement, on obtient les valeurs de A, B, exprimées en termes de

$$E=x_1^2+y_1^2+z_1^2 \quad\text{et}\quad G=x_2^2+y_2^2+z_2^2$$

(E, G de Gauss), et que l'on trouve de là

$$2\frac{d^2x}{dp\,dq}-\frac{1}{E}\frac{dE}{dq}\frac{dx}{dp}-\frac{1}{G}\frac{dG}{dp}\frac{dx}{dq}=0,$$

avec les équations semblables en y et z. Ces équations sont, en effet, les équations (10 *bis*) de Lamé, « Mémoire sur les coordonnées curvilignes » (*Liouville*, t. V, 1840, p. 322).

» Je suppose que les surfaces de la famille dépendent du paramètre r, lequel pour la surface donnée se réduit à $r=0$. Par le point (p, q) de la surface donnée on peut mener une trajectoire orthogonale aux différentes surfaces de la famille; les coordonnées ξ, η, ζ d'un point quelconque sur cette courbe seront des fonctions de p, q, r, lesquelles, pour $r=0$, se rédui-

sent à x, y, z respectivement; et j'écris

$$\xi = x + ar + dr^2 + \ldots,$$
$$\eta = y + br + er^2 + \ldots,$$
$$\zeta = z + cr + fr^2 + \ldots,$$

où $a, b, c, d, e, f, \ldots$ sont des fonctions inconnues de p et q.

» Pour exprimer que la courbe coupe orthogonalement les différentes surfaces de la famille, écrivons pour abréger

$$\eta_1 \zeta_2 - \eta_2 \zeta_1 = X + Ar + Dr^2 + \ldots, \quad X = y_1 z_2 - y_2 z_1,$$
$$\zeta_1 \xi_2 - \zeta_2 \xi_1 = Y + Br + Er^2 + \ldots, \quad A = y_1 c_2 - y_2 c_1 + b_1 z_2 - b_2 z_1,$$
$$\xi_1 \eta_2 - \xi_2 \eta_1 = Z + Cr + Fr^2 + \ldots, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

(où $\xi_1 = \frac{d\xi}{dp} \ldots$, comme pour x, y, z). La condition cherchée est

$$\frac{X + Ar + Dr^2 + \ldots}{a + 2dr + \ldots} = \frac{Y + Br + Er^2 + \ldots}{b + 2er + \ldots} = \frac{Z + Cr + Fr^2 + \ldots}{c + 2fr + \ldots},$$

laquelle doit être satisfaite pour une valeur quelconque de r; on a donc

$$(1) \qquad \frac{X}{a} = \frac{Y}{b} = \frac{Z}{c},$$

$$(2) \qquad \frac{A}{a} - \frac{2dX}{a^2} = \frac{B}{b} - \frac{2eY}{b^2} = \frac{C}{c} - \frac{2fZ}{c^2};$$

savoir, les équations (1) contiennent (a, b, c), les équations (2) contiennent de plus (d, e, f), et ainsi de suite.

» Pour qu'il y ait un système orthogonal, il faut et il suffit que l'on ait

$$\xi_1 \xi_2 + \eta_1 \eta_2 + \zeta_1 \zeta_2 = 0,$$

pour toute valeur de r; on aura donc

$$[0] \qquad x_1 x_2 + y_1 y_2 + z_1 z_2 = 0,$$
$$[1] \qquad x_1 a_2 + x_2 a_1 + y_1 b_2 + y_2 b_1 + z_1 c_2 + z_2 c_1 = 0,$$
$$[2] \quad x_1 d_2 + x_2 d_1 + y_1 e_2 + y_2 e_1 + z_1 f_2 + z_2 f_1 + a_1 a_2 + b_1 b_2 + c_1 c_2 = 0,$$

savoir l'équation [0] est satisfaite d'elle-même; l'équation [1] contient (a, b, c), l'équation [2] contient de plus (d, e, f), et ainsi de suite.

» Il paraît donc qu'il y a les trois équations (1), [1] pour déterminer (a, b, c); les trois équations (2), [2] pour déterminer (d, e, f), et ainsi de suite. Mais les choses ne se comportent pas ainsi. On satisfait à (1), [1] par

des valeurs de (a, b, c) qui contiennent une fonction arbitraire λ, fonction qui est ensuite déterminée au moyen d'une équation à différences partielles du second ordre, obtenue au moyen des équations (2), [2]; on satisfait alors à (2), [2] par des valeurs de (d, e, f) qui contiennent une fonction arbitraire θ; je présume que cette fonction serait ensuite déterminée au moyen des équations (3), [3], et ainsi de suite; mais je n'ai pas encore fait les calculs ultérieurs.

» Par rapport à λ, en remplaçant cette fonction par $\rho = \lambda\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$, l'équation pour ρ est

$$2\frac{d^2\rho}{dp\,dq} - \frac{1}{E}\frac{dE}{dq}\frac{d\rho}{dp} - \frac{1}{G}\frac{dG}{dp}\frac{d\rho}{dq} = 0,$$

savoir c'est la même équation que pour x, y, z : ainsi l'on y satisfait en prenant ρ égal à une fonction linéaire (avec terme constant) quelconque de x, y, z.

» Pour obtenir ces conclusions, partant des équations (1), [1], les équations (1) donnent

$$a, b, c = \lambda X, \lambda Y, \lambda Z,$$

où λ est une fonction de p, q : ces valeurs satisfont d'elles-mêmes à l'équation [1]. La vérification se fait sans peine; j'écris pour abréger $x_1\,x_2$ pour dénoter $x_1\,x_2 + y_1\,y_2 + z_1\,z_2$, et ainsi dans les cas semblables : l'équation à vérifier est donc

$$x_1\,(\lambda X)_2 + x_2(\lambda X)_1 = 0,$$

c'est-à-dire

$$\lambda(x_1\,X_2 + x_2\,X_1) + \lambda_2\,x_1\,X + \lambda_1\,x_2\,X = 0,$$

où nous avons

$$x_1\,X = 0, \quad x_2\,X = 0;$$

reste à trouver le coefficient $x_1\,X_2 + x_2\,X_1$. Nous avons

$$X = y_1\,z_2 - y_2\,z_1,$$

et de là

$$X_1 = y_1\,z_4 - y_4\,z_1 + y_3\,z_2 - y_2\,z_3,$$
$$X_2 = y_1\,z_5 - y_5\,z_1 + y_4\,z_2 - y_2\,z_4,$$

et de là, en faisant la somme des trois termes de $x_1 X_2$ et $x_2 X_1$ respectivement, on trouve

$$x_1 X_2 = - \begin{vmatrix} x_1, & y_1, & z_1 \\ x_2, & y_2, & z_2 \\ x_4, & y_4, & z_4 \end{vmatrix} = x_2 X_1,$$

savoir : $x_1 X_2 + x_2 X_1$ est égal à -2 multiplié par ce déterminant, $= -2 X x_4$, c'est-à-dire $x_1 X_2 + x_2 X_1 = 0$. Donc la fonction λ est jusqu'ici indéterminée.

» Passons aux équations (2), [2]. Substituant dans (2) les valeurs de (a, b, c), ces équations deviennent

$$\frac{A}{\lambda X} - \frac{2d}{\lambda^2 X} = \frac{B}{\lambda Y} - \frac{2e}{\lambda^2 Y} = \frac{C}{\lambda Z} - \frac{2f}{\lambda^2 Z}.$$

On y satisfait en écrivant

$$2d,\ 2e,\ 2f = \lambda(\theta X + A),\quad \lambda(\theta Y + B),\quad \lambda(\theta Z + C),$$

où θ est fonction de (p, q); en substituant ces valeurs dans l'équation [2], la fonction θ disparaît d'elle-même; mais on obtient pour λ une équation linéaire entre λ, λ_1, λ_2 et λ_4, laquelle est ainsi une équation à différences partielles du second ordre, et, cela étant, on a pour d, e, f les expressions mentionnées, qui contiennent la fonction θ, fonction qui n'est pas déterminée par les équations (2), [2].

» L'équation [2], sous la forme abrégée, est

$$x_1 d_2 + x_2 d_1 + a_1 a_2 = 0,$$

c'est-à-dire

$$x_1[\lambda(\theta X + A)]_2 + x_2[\lambda(\theta X + A)]_1 + 2a_1 a_2 = 0,$$

ou, ce qui est la même chose,

$$\lambda[x_1(\theta X + A)_2 + x_2(\theta X + A)_1] \\ + \lambda_2 x_1(\theta X + A) + \lambda_1 x_2(\theta X + A) + 2a_1 a_2 = 0.$$

Les termes en θ sont

$$\lambda[x_1(\theta X_2 + \theta_2 X) + x_2(\theta X_1 + \theta_1 X)] + \lambda_2 \theta x_1 X + \lambda_1 \theta x_2 X,$$

qui s'évanouissent d'eux-mêmes; l'équation se réduit donc à

$$\lambda(A_2 x_1 + A_1 x_2) + \lambda_2 A x_1 + \lambda_1 A x_2 + 2a_1 a_2 = 0,$$

ou, en substituant la valeur de $a_1 a_2$,

$$\lambda(A_2 x_1 + A_1 x_2) + \lambda_2 A x_1 + \lambda_1 A x_2 + 2(\lambda X)_1(\lambda X)_2 = 0,$$

on a

$$(\lambda X)_1(\lambda X)_2 = (\lambda X_1 + \lambda_1 X)(\lambda X_2 + \lambda_2 X), \\ = \lambda_2 X_1 X_2 + \lambda\lambda_2 X X_1 + \lambda\lambda_1 X X_2 + \lambda_1\lambda_2 X^2,$$

et l'on trouve sans peine $Ax_1 = -a_1X$, $Ax_2 = -a_2X$, et de là

$$Ax_1 = -(\lambda X)_1 X = -\lambda_1 X^2 - \lambda X X_1,$$
$$Ax_2 = -(\lambda X)_2 X = -\lambda_2 X^2 - \lambda X X_2.$$

Substituant ces valeurs, l'équation entière contiendra le facteur λ, et en l'écartant, elle devient

$$A_2 x_1 + A_1 x_2 + \lambda_2 X X_1 + \lambda_1 X X_2 + 2\lambda X_1 X_2 = 0.$$

» Pour abréger encore la notation, au lieu de $x_1^2, (= x_1^2 + y_1^2 + z_1^2)$, j'écris simplement 11, et ainsi dans les cas semblables : savoir, je me sers des abréviations

$$11 = x_1^2 + y_1^2 + z_1^2,$$
$$12 = x_1 x_2 + y_1 y_2 + z_1 z_2 (= 0),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

et je remarque que l'équation $12 = 0$, en prenant les dérivées par rapport à p, q respectivement, donne $15 + 24 = 0$, $23 + 14 = 0$, équations qui servent pour éliminer des formules les expressions 15 et 23. Si pour un moment nous dénotons ainsi par 124 le déterminant $\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_4 & y_4 & z_4 \end{vmatrix}$, alors, en multipliant par les déterminants analogues 123 et 125 respectivement, l'équation $124 = 0$ donne

$$\begin{vmatrix} 11 & . & 14 \\ . & 22 & 24 \\ 51 & 52 & 54 \end{vmatrix} = 0, \quad \begin{vmatrix} 11 & . & 14 \\ . & 22 & 24 \\ 31 & 32 & 34 \end{vmatrix} = 0,$$

dont chacune est une équation à trois termes entre les quantités 11, 22, ...

» Nous avons

$$A = y_1(\lambda Z)_2 - y_2(\lambda Z)_1 + z_2(\lambda Y)_1 - z_1(\lambda Y)_2,$$
$$= \lambda(y_1 Z_2 - y_2 Z_1 + z_2 Y_1 - z_1 Y_2) + \lambda_1(z_2 Y - y_2 Z) + \lambda_2(y_1 Z - z_1 Y);$$

or nous avons

$$Y, Z = z_1 x_2 - z_2 x_1,\ x_1 y_2 - x_2 y_1,$$

et en formant de là les valeurs de Y_1, Y_2, Z_1, Z_2 on obtient sans peine

$$A = \lambda[x_1(15 - 24) + x_2(23 - 14) - x_3\,22 + 2x_4.12 - x_5\,11]$$
$$+ \lambda_1(x_2.12 - x_1.22) + \lambda_2(x_1.12 - x_2.11),$$

ou, ce qui est la même chose,

$$A=\lambda[-2x_1.24-2x_2.14-x_3.22-x_5.11]-\lambda_1 x_1.22-\lambda_2 x_2.11.$$

» Écrivons pour un moment

$$A=\lambda P+\lambda_1 P'+\lambda_2 P'';$$

nous avons

$$\begin{aligned} A_1 &= P_1\lambda+(P+P'_1)\lambda_1+P''_1\lambda_2+P'\lambda_3+P''\lambda_4,\\ A_2 &= P_2\lambda+P'_2\lambda_1+(P+P''_2)\lambda_2+P'\lambda_4+P''\lambda_5, \end{aligned}$$

et de là

$$\begin{aligned} A_1 x_2+A_2 x_1 = \lambda(P_1 x_2+P_2 x_1)&+\lambda_1[(P+P'_1)x_2+P'_2 x_1]\\ &+\lambda_2[P''_1 x_2+(P+P''_2)x_1]+\lambda_3 P' x_2\\ &+\lambda_4(P'' x_2+P' x_1)+\lambda_5 P'' x_1. \text{ »} \end{aligned}$$

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline* (suite); *évaluation et répartition du travail dans les dissolutions salines* (première Partie); *par* **MM. P.-A. Favre** *et* **C.-A. Valson.**

« Nous avons commencé, dans nos Mémoires précédents, une série de recherches ayant pour objet l'étude des phénomènes thermiques afférents aux dissolutions salines. Nous venons ajouter aujourd'hui quelques considérations qui nous paraissent de nature à jeter un jour nouveau sur cette question.

» C'est un principe généralement admis, surtout depuis les récentes découvertes relatives à la théorie mécanique de la chaleur, que les diverses forces, nécessaires pour produire un même effet, sont équivalentes et peuvent se transformer les unes dans les autres; de sorte que, si un certain effet est produit par plusieurs causes différentes, il suffira de mesurer la force capable de le produire, dans des conditions déterminées, pour que cette mesure convienne à tous les autres cas où la nature de la force mise en jeu aura varié.

» Or, quand un sel se dissout dans l'eau, il y a généralement une contraction du volume total qu'il est facile de déterminer, en comparant la densité de la solution aux densités respectives du sel et du liquide. Mais ce même effet de contraction peut être produit sur l'eau de diverses manières. Ainsi, par exemple, on peut le réaliser directement, en dehors de l'action du sel, en abaissant la température du liquide, c'est-à-dire en lui enlevant une certaine quantité de chaleur. On peut encore le réaliser en soumettant

le liquide à une compression mécanique suffisante. Ainsi donc, les contractions produites sur un liquide : 1° par l'abaissement de la température, 2° par une compression extérieure, 3° par l'action coercitive d'un corps dissous sur son dissolvant, peuvent être considérées comme constituant trois effets du même ordre, et par conséquent équivalents quant aux forces qui les produisent. Et, comme il est d'ailleurs facile de mesurer directement les deux premiers de ces effets, on en conclura la mesure des forces mises en jeu dans le troisième, c'est-à-dire dans le fait de la contraction produite sur le dissolvant par l'action coercitive du sel.

» Il est vrai que, dans ce dernier cas, le phénomène est complexe, parce que, à côté de la contraction du liquide, il peut se produire une dilatation du sel sous l'influence de la chaleur cédée par le dissolvant, comme on le verra plus loin; mais, comme la dilatation des solides est généralement très-faible par rapport à celle des liquides, on pourra en faire abstraction dans une première étude du phénomène. Si, du reste, on voulait, dès maintenant, en tenir compte, il faudrait admettre, pour la contraction absolue du dissolvant, une contraction encore plus grande que celle que donne l'observation, et on serait ainsi conduit à admettre des nombres encore plus élevés pour mesurer l'énergie des forces considérables mises en jeu dans le fait des dissolutions, comme nous allons le montrer.

» Cela posé, admettons d'abord que l'eau se contracte par suite d'un abaissement de température. Si l'on consulte les tables de densité de ce liquide, on trouve que le coefficient de dilatation est, à la température ordinaire de 15 degrés, égal à 0,0001320 environ (*Annuaire du Bureau des longitudes*, 1870, H. Kopp). Il en résulte que, en se refroidissant de 1 degré, à partir de cette température, un litre d'eau se réduit à $999^{cc},8680$, et qu'une contraction de 1 centimètre cube par litre équivaut à un abaissement de température de 7°,576, lequel correspond, en prenant le gramme pour unité, à 7576 calories. Réciproquement, ce nombre mesure le travail nécessaire pour comprimer un litre d'eau et diminuer son volume de 1 centimètre cube à la température de 15 degrés.

» Supposons, en second lieu, que la contraction soit effectuée au moyen d'une compression mécanique extérieure. On sait, d'après les expériences de M. V. Regnault, que le coefficient de compressibilité de l'eau est de 0,00004685 pour une atmosphère. Il en résulte que, pour une augmentation de pression de une atmosphère, un litre d'eau se contracte d'une fraction de centimètre cube égale à $0^{cc},04685$; et, par conséquent, pour pro-

duire une contraction de 1 centimètre cube sur un litre, il faudra une augmentation de pression égale à $\frac{1}{0,04685} = 21^{atm},34$.

» Il y a un véritable intérêt scientifique, au point de vue de l'équivalence des forces produisant un même effet, à déterminer directement la quantité de chaleur dégagée lorsqu'on soumet l'eau à une compression mécanique. D'après ce qui précède, on doit s'attendre à ce qu'une compression de $21^{atm},34$ exercée sur un litre d'eau, à la température de 15 degrés et produisant une contraction de 1 centimètre cube, dégagera 7576 calories. Nous nous sommes proposé de procéder à cette vérification expérimentale. La construction de nos appareils, confiée à M. Louis Golaz, est fort avancée, et nous espérons être prochainement en mesure de donner le résultat de nos observations.

» Supposons, en troisième lieu, qu'on fasse dissoudre un sel dans l'eau, et voyons d'abord quelle idée il convient de se faire du phénomène. A cet effet, nous commencerons par rappeler ce qui se passe dans le phénomène bien connu de la condensation de certains gaz par des corps solides, et nous prendrons pour exemple la condensation de l'acide carbonique par le charbon. Un équivalent d'acide carbonique, en passant de l'état gazeux à l'état solide, dégage 3058 calories, tandis que, dans sa condensation par le charbon, il en dégage 3278 (1); d'où l'on peut conclure que, dans ce dernier cas, la condensation du gaz est à un degré plus avancé que dans la solidification. L'expérience établit même que les premières proportions de gaz fixé donnent un dégagement de chaleur notablement supérieur et qui va en diminuant à mesure que l'action se prolonge. On est ainsi amené à considérer chaque molécule de carbone comme un centre d'action autour duquel se groupent successivement des couches d'acide carbonique solidifié, de plus en plus condensées, à mesure qu'on se rapproche du centre.

» Les phénomènes de contraction, qui accompagnent habituellement les dissolutions salines, conduisent à admettre dans ce dernier cas des effets comparables. Supposons, par exemple, que l'on fasse dissoudre un cristal de sulfate de soude à 10 équivalents d'eau, dans la formation duquel la molécule saline anhydre a déjà exercé sur l'eau une action coercitive accusée par une contraction de volume égale, comme on le verra plus loin, au vingtième environ du volume total des éléments primitifs (ce qui constitue un phénomène spécial dont nous réservons pour le moment l'in-

(1) D'après les recherches de l'un de nous.

terprétation), les molécules aqueuses se trouveront condensées autour de la molécule saline comme dans l'exemple précédent l'acide carbonique l'est autour de la molécule de carbone.

» Remarquons enfin que cette action coercitive du sel sur le dissolvant est accusée par une foule de phénomènes, parmi lesquels il suffira de signaler le retard du point d'ébullition, l'abaissement du point de congélation et la diminution de tension des vapeurs émises par le liquide, tension qu'on peut encore évaluer par le ralentissement du phénomène de l'évaporation spontanée.

» En résumé, lorsqu'un sel se dissout dans l'eau, chaque molécule saline tend à se mettre en équilibre avec les molécules d'eau voisines, l'eau exerçant sur le sel une action dissociante et le sel exerçant, de son côté, sur l'eau une action coercitive. Cette influence réciproque se fera sentir dans une sphère d'action élémentaire autour de chaque molécule saline, et il en résultera un nouvel équilibre entre cette sphère et le reste du dissolvant. Chaque molécule saline agira d'une manière analogue, et l'équilibre total sera la résultante des équilibres partiels.

» Admettons maintenant qu'on fasse dissoudre dans un litre d'eau une quantité de sel capable de produire, comme tout à l'heure, une contraction de 1 centimètre cube; si l'on compare l'effet produit à l'un ou à l'autre des deux effets précédents, on pourra dire que l'ensemble des forces mises en jeu, quelle que soit du reste leur répartition, équivaut, dans le premier cas, à 7576 calories, et dans le second, à une augmentation de pression de $21^{\text{atm}},34$.

» Appliquons les considérations qui précèdent à un sel particulier, en prenant pour exemple le sulfate de sodium successivement anhydre et hydraté. L'expérience donne les résultats suivants que nous avons obtenus en nous entourant des précautions les plus minutieuses.

Données relatives au sulfate de sodium.

Sel anhydre	(équivalent).....	$P = 71^{\text{gr}}$
Id.	(densité)........	$D = 2,681$ (1)
Id.	(volume).......	$V = \frac{P}{D} = 26^{\text{cc}},5$ (2)

(1) La densité 2,681 se rapporte au sulfate de sodium calciné et non fondu, tandis que le sulfate de sodium fondu a donné une densité de 2,701, légèrement supérieure.

(2) Dans notre premier Mémoire (*Comptes rendus de l'Académie*, t. LXXIII, séance du 13 nov. 1871), nous avions inscrit dans les cinquième et sixième colonnes du tableau V,

Sel hydraté, à 10 HO (équivalent)....		$P = 161^{gr}$
Id.	(densité)......	$D = 1,463$ (1)
Id.	(volume)......	$V = \frac{P}{D} = 110^{cc},0$

Volume du sel anhydre...............	$26^{cc},5$
Volume de 10 HO......	90,0
Total.......	116,5
Volume de SO^4Na, 10 HO............	110,0
Différence...	6,5

» On déduit déjà de ce tableau les conséquences suivantes :

» 1° Le sulfate de sodium et l'eau, en s'associant pour former un cristal à 10 équivalents d'eau, ont éprouvé une contraction de 6,5 sur 116,5, c'est-à-dire de $\frac{1}{18}$ environ du volume total.

» 2° Si l'on fait dissoudre 1 équivalent (71 grammes) de SO^4Na anhydre dans 1 litre d'eau, on a une solution dont la densité est 1,0606, et dont le volume est, par conséquent, $\frac{1071}{1,0606} = 1009^{cc},8$. Le sel anhydre ayant, par lui-même, un volume de $26^{cc},5$, on en conclut que, par le fait de la dissolution, le volume total a éprouvé une contraction de $26,5 - 9,8 = 16^{cc},7$.

» 3° Si l'on fait dissoudre également dans 1 litre d'eau 1 équivalent (161 grammes) de $SO^4Na,10HO$, on a une solution dont la densité est 1,0559 et le volume $\frac{1161}{1,0559}$ $1099^{cc},5$. Le sel cristallisé ayant un volume de $110^{cc},0$, on en conclut que, par le fait de la dissolution, le volume total a éprouvé une contraction de $1110,0 - 1099,5 = 10^{cc},5$.

» Comme vérification :

» 1° Si, à la contraction $6^{cc},5$ afférente à la formation du cristal, on ajoute $10^{cc},5$ représentant la contraction produite par la dissolution du cristal, on trouve 17 centimètres cubes, nombre qui se rapproche suffisamment du nombre $16^{cc},7$ représentant la contraction produite par le sel anhydre dissous directement.

» 2° Si à l'augmentation de volume $9^{cc},8$ produite par le sel anhydre

---

des nombres qui sont indiqués comme représentant des millimètres cubes, au lieu de centimètres cubes qu'ils expriment en réalité.

(1) Il est facile d'opérer sur des cristaux de sulfate de sodium bien secs à la surface et non effleuris. Mais il n'est pas aussi facile d'opérer sur des cristaux complétement privés d'une petite quantité d'eau saturée de sel, qui peut être interposée dans la masse du cristal. Nous avons fait notre possible pour obtenir ce résultat.

sur 1 litre d'eau, on ajoute 90 centimètres cubes, volume de 10 équivalents d'eau, on a $99^{cc},8$ qui concordent sensiblement avec le nombre $99^{cc},5$ obtenu plus haut, de sorte qu'on peut dire que l'eau de cristallisation s'ajoute simplement à l'eau du dissolvant.

» Évaluons maintenant les forces qui seraient nécessaires pour produire sur l'eau dissolvante, prise à 15 degrés, une contraction égale à celle que produit le sel. D'après ce qui précède, il suffira de multiplier le nombre de centimètres cubes par 7576 calories pour avoir cette force évaluée en chaleur, et de la multiplier par $21^{atm},34$ pour l'évaluer en pression. On aura ainsi le tableau suivant :

1 équivalent de sel dissous dans 1 litre d'eau.	Contraction de volume.	Contraction mesurée en calories.	Contraction mesurée en atmosphères.	Calories observées au calorimètre.
	cc	cal		
Sel anhydre...........	16,7	126519	356	+ 354
Sel hydraté...........	10,5	79548	224	—9300
Formation du cristal....	6,5	49244	139	+9654

» On obtient, comme on le voit, pour la contraction mesurée en calories, troisième colonne, des nombres très-différents de ceux qui sont inscrits dans la dernière colonne, et qui sont donnés directement par l'observation du calorimètre. On voit en même temps que, dans le phénomène de dissolution, l'eau cède au sel la presque totalité de la chaleur dégagée par sa contraction ; de telle sorte que, si l'on appelle T et T' le travail intérieur d'association entre le sel et l'eau, évalué en calories, on aura, dans le cas dus el anhydre : $T + 354 = 126\,519$ calories, d'où $T = 126\,165$ calories, et, pour le sel hydraté, $T' - 9300 = 79\,548$ calories, d'où $T' = 88\,848$ calories. En faisant la différence, on aura le nombre $T - T' = 37\,317$ calories, qui représente les calories cédées par l'eau (10HO) au sel SO^4Na anhydre pour la formation du cristal $SO^4Na,10HO$, et qui se rapproche suffisamment du nombre 39590 donné par l'expérience et inscrit au bas de la troisième colonne du tableau ci-dessous.

» On a donc, en résumé, le tableau suivant pour l'évaluation et la répartition du travail :

Calories dégagées par l'eau pour une contraction de	$16^{cc},7$ dans $SO^4Na + Aq$..........	126519^{cal}
	$10^{cc},5$ » $SO^4Na,10HO + Aq$....	79548
	$6^{cc},5$ » $SO^4Na + 10HO$.......	49244
Somme algébrique de calories accusée par le calorimètre.	$SO^4Na + Aq$....................	+ 354
	$SO^4Na,10HO + Aq$..............	—9300
	$SO^4Na + 10HO$.................	+9654

Calories mesurant le travail intérieur d'association entre le sel et l'eau.	$SO^4Na + Aq$	126165
	$SO^4Na, 10HO + Aq$	88848
	$SO^4Na + 10HO$	39590. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Dicotylédonés hétérogènes.* Note de M. TH. LESTIBOUDOIS.

« Dans des travaux antérieurs, j'ai énoncé les modifications qui distinguent les tiges essentielles des Dicotylédonés, que j'ai nommés hétérogènes, et qui ont pour caractère de ne pas produire leurs tissus nouveaux exclusivement dans la zone génératrice placée entre le bois et l'écorce. Je vais essayer de compléter l'histoire de ces végétaux remarquables. Leur structure a tardivement appelé l'attention des botanistes, bien qu'ils eussent en leur possession des espèces présentant bien nettement le caractère des hétérogènes; plusieurs croissent spontanément dans nos climats; d'autres, par exemple, le Cissampélos Pareira, se rencontraient dans toutes les officines, mais leur structure n'avait pas d'abord été comprise.

» Voici ce que Valmont de Bomare (*Dict. d'Hist. natur.*) dit au sujet de ce dernier : « Le Pareira étant coupé transversalement, on y voit plusieurs » couches concentriques, traversées par plusieurs rayons aboutissant au » centre. » Le savant professeur Fée s'est servi à peu près des mêmes termes dans son *Histoire naturelle des Médicaments* t. I, p. 406. « La coupe » transversale offre une grande quantité de zones concentriques traversées » par de nombreuses lignes rayonnées. »

» A. Richard ne dit rien du Pareira; mais en parlant du *Cocculus Colombo* (*Hist. nat.*, t. III, p. 474), qui appartient à la même famille, il se sert d'une phrase analogue aux précédentes : « La racine offre des zones concentriques » emboîtées les unes dans les autres. » Évidemment les auteurs que nous venons de citer ont été frappés de l'aspect particulier du système ligneux de certaines Ménisperées, puisqu'ils prétendent en tirer des signes distinctifs ; mais en disant qu'il est formé de couches concentriques traversées par des rayons médullaires, ils ne font qu'énoncer un caractère qui appartient à tous les Dicotylédonés.

» En 1828, de Mirbel (*Ann. Sc. natur.*, t. XIV, p. 367, pl. 13, *fig.* 1-2-3) observa sur un vieux tronc de *Calycantus floridus* quatre faisceaux ligneux, séparés des couches ligneuses, qui composaient le centre de la tige et répondant aux insertions des feuilles décussées; il remarqua que ces faisceaux avaient une écorce spéciale, une moelle excentrique et des couches de bois

plus minces, ou même n'existant pas du côté extérieur; enfin des rayons médulaires partant de la moelle, ou d'un point périphérique quand les couches ligneuses manquent du côté extérieur. De Mirbel compare ces faisceaux aux quatre faisceaux de tiges quadrangulaires des Labiées et ne présente aucune considération sur leur mode de formation et de développement.

» Gaudichaud rapporta de ses voyages des échantillons de Sapindacées, de Malpighiacées et de Bauhiniées, dont la structure singulière devait provoquer l'étude des botanistes. En 1833, il décrivit lui-même et figura (*Archiv. de Botan.*, t. II, p. 481) les tiges de deux espèces de Sapindacées grimpantes : l'une a trois corps ligneux distincts organisés comme dans les dicotylédonés, à rayons médullaires imparfaits, allant d'un corps à un autre; la seconde Sapindacée a un plus grand nombre de faisceaux ligneux extérieurs. Il ne s'arrête pas d'ailleurs sur la position extralibérienne des faisceaux extérieurs de ces plantes, son but est seulement de rechercher comment les fibres des feuilles peuvent former les parties constitutives du bois.

» Gaudichaud décrit aussi la tige du *Banisteria nigrescens;* il reconnaît que cette tige est divisée en lobes, qui finissent par se séparer, mais il n'indique pas leur origine et leur mode de séparation.

» En 1839, M. Decaisne (*Arch. Mus.*, t. I, p. 143) a le premier bien constaté que dans quelques espèces de Lardizabalées et de Ménispermées le corps ligneux s'accroît à la périphérie pendant quelques années, et qu'ensuite il se forme des faisceaux ligneux en *dehors du liber;* mais, selon lui, ces nouveaux faisceaux sont privés de fibres libériennes, et les formations antérieures cessent de s'accroître dès que des faisceaux plus extérieurs apparaissent.

» Dans la même année M. Decaisne, dans un Mémoire sur la betterave, dit que la racine de cette plante produit, dans une seule saison, plusieurs zones vasculaires concentriques séparées par des zones parenhymateuses; mais il ne mentionne pas que ces productions successives sont extralibériennes.

» En 1840, Unger (*Acad. de Saint-Pétersbourg*) a vu dans un certain nombre de Chénopodées la structure qu'on avait remarquée dans la betterave.

» M. Martins (*Revue hortic. de Montpellier*, 1855) a vu qu'un rejet d'un an du *Phytolacca dioica* avait sept couches ligneuses à la base, et que le nombre de ces couches allait en diminuant vers le sommet où il n'y avait

plus qu'une couche. Ces dispositions rappelaient donc celles de la betterave.

» Schacht publia des recherches sur la betterave; Basiner sur l'*Anabasis Ammodendron*; Gernet (*Bull. Soc. des natur. de Moscou*. cah. Ier, 1869, p. 164) sur plusieurs Chénopodées, dans lesquelles il a vu les couches de bois séparées par des zones de structure différente.

» Daniel Oliver (*Trans. Soc. Linn. de Londres* 1859) a vu que les Caryophyllées (*Acantophyllum spinosum*) et les Plumboginées ont le bois formé de couches vasculaires et de couches non vasculaires alternant entre elles. Ces divers auteurs n'indiquent pas d'ailleurs comment se forment les zones multiples qui constituent la tige, et n'expliquent pas comment plusieurs *couches* apparaissent dans une même saison.

» Enfin M. Regnault (*Ann. Sc. natur.*, 1868, 4e série, t. XIV) recherche les analogies de structures offertes par les tiges du groupe des Cyclospermées, comprenant les Crassulacées, Ficoïdées, Tétragoniées, Portulacées, Paronychiées, Caryophyllées, Amaranthacées, Chénopodées ou Atriplicées, Phytolaccées et Nyctaginées, pense que ces familles se rapprochent, parce que dans toutes, une partie de la zone génératrice n'achève pas son organisation, et se trouve enfermée dans le bois avec son caractère primitif, lorsque de nouveaux faisceaux ligneux se forment au dehors. Nous aurons à voir si ce caractère établit l'identité de structure entre toutes les plantes parmi lesquelles il en est qui sont incontestablement hétérogènes.

» Dès 1856, dans une Note sur les tiges anormales, j'ai indiqué que certaines plantes ont, d'une manière certaine, des faisceaux de formation extralibérienne; que ces faisceaux ont eux-mêmes un liber, et qu'ils s'accroissent plus ou moins longtemps après le moment où se produisent de nouveaux faisceaux en dehors de leur écorce propre; j'ai ajouté quelques plantes à la liste des hétérogènes.

» Dans mon Mémoire sur *la Structure des Cycadées* (*Comptes rendus* 1860, t. II, p. 551), j'ai démontré que plusieurs plantes de cette famille présentaient des formations extralibériennes, et que c'est à cette disposition qu'était dû l'aspect de certaines de leurs tiges qu'on n'avait pu expliquer; et j'ai prouvé que leurs formations étaient pourvues elles-mêmes de fibres libériennes de la manière la plus évidente.

» Dans mon Mémoire sur la structure de la betterave (*Comptes rendus*, t. LXXIII), j'ai établi que les faisceaux vasculaires qui composent le premier cercle ligneux de la racine de cette plante étaient tous accompagnés d'un élément cortical constitué par un faisceau de tissus transparents placé en

dehors du groupe des vaisseaux; que les faisceaux formés après ce premier cercle sont créés en dehors du tissu transparent de ce cercle, et sont composés de même; que les faisceaux qui se créent successivement sont toujours formés en dehors du tissu transparent de ceux qui les ont précédés; que les faisceaux enfermés par les nouvelles créations continuent à s'accroître pendant un certain temps après la formation de ces dernières, de sorte que les faisceaux les plus intérieurs sont les plus développés; les extérieurs ont un nombre de vaisseaux de plus en plus réduit; ceux de la périphérie n'en ont point à leur origine et sont exclusivement composés de tissu transparent. Cette plante a donc parfaitement l'accroissement des *hétéorgènes*.

» La réunion de tous ces caractères peut seule faire reconnaître que des formations ligneuses sont réellement créées en dehors de la zone génératrice; en effet, la raison péremptoire qu'on a pour décider qu'une zone ligneuse enveloppant une zone préexistante est formée, non par la continuité de cette dernière, mais par la création de nouveaux tissus en dehors de la zone génératrice primitive, c'est qu'entre la deuxième formation ligneuse et la première sont interposées les fibres libériennes qui accompagnaient celle-ci; comme entre la troisième formation et la deuxième seront les fibres libériennes de celle-ci. Mais ce caractère peut cesser d'être bien saisissable : les fibres libériennes dont la structure est parfois si bien dessinée, peuvent s'altérer profondément, de sorte qu'elle diffère peu d'aspect du tissu utriculaire des parenchymes; il est est alors difficile, sinon impossible de savoir si une zone utriculaire placée entre deux zones ligneuses représente une zone corticale ou si elle n'est qu'une partie de zone ligneuse dans laquelle les vaisseaux trachéens ne se sont pas développés, comme on le voit fréquemment au commencement ou à la fin des couches annuelles de bois. Le deuxième caractère que nous avons donné vient alors donner la solution : la deuxième formation a été créée, dans le tissu cortical, en dehors de la zone génératrice primitive, si les premières formations continuent à s'accroître d'une manière appréciable, après l'apparition des faisceaux formés en dehors de leur liber, si l'on peut conséquemment constater l'existence simultanée de plusieurs zones d'accroissement de plus en plus extérieures, et si l'on peut reconnaître que les dernières formations ligneuses ont des groupes vasculaires, de moins en moins nombreux, à mesure qu'elles sont plus extérieures, c'est-à-dire à mesure qu'elles ont un accroissement moins prolongé.

» Si l'on suit d'autres indications, on court le risque de ranger parmi

les hétérogènes des végétaux qui conservent la structure normale. Ainsi l'on peut confondre avec les plantes qui ont des productions extralibériennes des espèces qui ont seulement entre les couches ligneuses, ou au milieu de ces couches, des zones ou des îlots formés par des éléments anatomiques qui diffèrent par la consistance ou la forme des clostres ligneux. Une telle disposition se rencontre dans une multitude de végétaux, aussi bien que dans les Cyclospermées. Leurs fibres ou leurs vaisseaux sont entourés d'un tissu dont l'aspect est fort différent; mais il ne représente pas un tissu cortical, il n'est pas la zone génératrice, il ne produit pas de nouveaux tissus quand il est enfermé dans le bois par des productions périphériques.

» Il nous reste une observation générale à présenter. Dans nos publications antérieures, nous avons dit, avec Lyndley, Schultz, H. Mohl, que les structures des hétérogènes établissaient une transition entre la structure des Monocotylédonés et celle des Dicotylédonés. Cette manière de voir a rencontré des contradicteurs; les raisons qui ont été invoquées pour ne pas l'admettre, c'est que dans les hétérogènes (Lardizabalées, Ménispermées), les faisceaux sont disposés circulairement autour de la moelle, qu'ils s'accroissent durant une certaine période, et que le liber ne fait pas partie des formations ligneuses qui se succèdent. Il est vrai que la plupart des faisceaux des Monocotylédonés ne sont pas disposés en cercles réguliers et qu'ils naissent confusément dans toute l'épaisseur de la tige; mais, d'un côté, cette disposition n'appartient qu'aux faisceaux qui succèdent aux faisceaux de première formation; ceux-ci sont disposés circulairement autour de la moelle centrale comme dans les Dicotylédonés; d'un autre côté, les productions extralibériennes des hétérogènes sont loin d'être toujours régulièrement circulaires. Cette disposition n'a donc pas une grande importance.

» Quant à l'absence du liber, elle distinguerait d'une manière fondamentale les productions extralibériennes des faisceaux qu'engendre successivement la tige des Monocotylédonés; mais l'existence d'un nouveau liber, dans les productions qui apparaissent en dehors de la zone primitive d'accroissement des hétérogènes, ne saurait être niée; on peut le reconnaître dans toutes les plantes, bien qu'il puisse être notablement modifié, comme il l'est dans les racines, et, dans des cas nombreux, il présente, de la manière la plus évidente, la structure normale.

» Pour ce qui est de l'accroissement plus ou moins prolongé des productions extralibériennes, il est incontestable; elles se développent quand des faisceaux extérieurs sont déjà créés, tandis que les faisceaux des Monocotylédonés restent dans la limite de leur forme native.

» Là est la différence. Mais cet accroissement est limité; il s'arrête à une époque rapprochée; il établit ainsi la transition, et n'efface en aucune manière l'analogie profonde qui unit les Dicotylédonés hétérogènes aux Monocotylédonés, et qui résulte de la création de faisceaux nouveaux en dehors de la zone d'accroissement des faisceaux préexistants.

» On voit ainsi l'intervalle qui sépare la structure des deux grands embranchements des Phanérogames, comblé par une structure intermédiaire; les Dicotylédonés ont des faisceaux qui s'accroissent indéfiniment, et unissent leurs interstices d'accroissement pour former une zone génératrice unique, produisant extérieurement les éléments corticaux, intérieurement les éléments ligneux, et restant interposée entre les éléments de nature différente réunis, chacun de son côté, en un système distinct. Les hétérogènes ont pendant un temps l'accroissement normal des Dicotylédonés, puis ils forment, en dehors de la zone croissante de l'écorce, de nouveaux faisceaux ligneux qui, renfermant les premières formations corticales entre le bois ancien et le bois nouveau, sont eux-mêmes pourvus d'un liber, s'accroissent pendant quelque temps et sont entourés, à leur tour, par des faisceaux formés en dehors de leur zone libérienne.

» Les Monocotylédonés ont des faisceaux arrondis composés des éléments du tissu ligneux et des éléments du tissu cortical, séparés par un interstice dans lequel la formation de nouveaux tissus ne se continue pas. En dehors de ces faisceaux (et aussi dans toute la profondeur de la tige) sont créés de nouveaux faisceaux composés comme les premiers, restant comme eux sans développement, et bientôt entourés de nouveaux faisceaux semblablement composés d'éléments corticaux et ligneux, de sorte que les éléments ne sont pas réunis en deux systèmes, mais disséminés dans leurs faisceaux qui occupent toute l'épaisseur de la tige.

» Le fait saillant de cette structure, c'est la formation de faisceaux nouveaux en dehors de la zone génératrice des premiers, fait qu'on retrouve dans les hétérogènes. Il nous semble donc indubitable que les hétérogènes indiquent le passage des Monocotylédonés aux Dicotylédonés; mais ce n'est pas à dire pour cela qu'il faille, pour satisfaire à ce rapport de structure, détruire les affinités déduites des organes les plus essentiels, et c'est à tort que Lyndley l'a cru suffisant pour que les Lardizabalées, dont quelques-uns sont hétérogènes, doivent être rapprochées des Aristoloches, qui, commençant la série des Dicotylédonés, sont en contact avec les Monocotylédonés. S'il avait connu un plus grand nombre de végétaux à faisceaux extra-libériens, il aurait vu, d'une part, que ces formations anomales

n'appartiennent pas à toutes les espèces d'une même famille, et, d'autre part, qu'elles peuvent être observées dans un grand nombre de familles éloignées les unes des autres; que conséquemment les dispositions qu'elles présentent peuvent être considérées, dans la plupart des cas, comme un accident de structure. Nous avons, en effet, observé des plantes hétérogènes dans plusieurs familles de chacune des grandes classes des Dicotylédonés; on en rencontre parmi les Gymnospermes : par exemple, dans les Cycadées, les Gnétacées; parmi les Apétales (que plusieurs auteurs réunissent aux Polypétales) : par exemple, les Pipérinées, les Chénopodées, les Phytolaccées, les Amaranthacées; parmi les Monopétales : par exemple, dans les Viticées, Convolvulacées, Gentianées, Rubiacées; parmi les Polypétales, par exemple : Malpighiacées, Lardizabalées, Ménispermées, Caryophyllées, Calycanthées, Bauhiniées, Phaséolées.

» Les formations anomales des Dicotylédonés n'ont pas toutes le même caractère; elles peuvent affecter deux modes essentiels : des faisceaux fibro-vasculaires peuvent s'engendrer dans la moelle, au dedans du système ligneux déjà formé, ou, au contraire, des faisceaux fibro-vasculaires peuvent se former dans le tissu utriculaire de l'écorce, en dehors de la zone d'accroissement. Si l'on donne le nom général d'*hétérogènes* aux végétaux qui présentent des productions anomales, on pourra désigner par un nom spécial ceux qui présentent chacune de ces modifications; on peut appeler les premiers *entogènes* et les seconds *ectogènes* (1). Quelquefois les *hétérogènes* ne présentent qu'une seule de ces deux anomalies : ils sont ou *entogènes* ou *ectogènes*, quelquefois ils sont tout à la fois entogènes et ectogènes.

» Ceux qui sont entogènes ont quelquefois les faisceaux dispersés sans ordre dans la moelle; mais d'autres fois leurs faisceaux médullaires sont symétriquement disposés relativement aux faisceaux qui constituent le corps ligneux continu, de sorte qu'ils semblent n'être que les faisceaux primitifs du système central, qui sont restés séparés des fibres ligneuses. Cette séparation apparente tient à ce que le tissu utriculaire qui les unit

(1) De Candolle a nommé *endogènes* les Monocotylédonés qu'il supposait n'avoir qu'un accroissement intérieur, et *exogènes* les Dicotylédonés dont le système ligneux s'accroît à l'extérieur. Ces dénominations semblent devoir être abandonnées comme inexactes, puisque les Monocotylédonés engendrent la plus grande partie de leurs nouveaux tissus vasculaires, en dehors de ceux qui ont été formés antérieurement. Pour éviter toute confusion, je crois devoir modifier les mots, en adoptant, pour les prépositions qui entrent dans leur composition, la deuxième forme qui leur est propre.

aux faisceaux extérieurs est devenu aréolaire comme celui qui constitue la moelle.

» Les *ectogènes* présentent deux modifications distinctes : tantôt leurs faisceaux extra-libériens sont cylindriques, et ils ont une zone d'accroissement dans toute leur périphérie et une écorce propre qui les entoure complétement; de sorte qu'ils sont séparés de la tige principale par une double écorce, celle de cette dernière et celle qui leur est propre, et qu'ils semblent des tiges complètes accolées à la principale, mais renfermées sous le même épiderme; tantôt les faisceaux des ectogènes sont allongés dans le sens de la circonférence, ils n'ont d'écorce qu'en dehors, et leur zone d'accroissement, située entre leur partie corticale et leur partie ligneuse, tend à se réunir avec celle des faisceaux voisins, de manière à constituer avec eux des formations continues ou interrompues, concentriques avec les formations antérieures.

» Les faisceaux des ectogènes présentent une autre modification : tantôt ils naissent en dehors du cercle formé par les premières fibres du liber de la tige principale, c'est-à-dire dans le parenchyme cortical, de sorte qu'elles sont séparées du premier bois par le premier cercle des fibres corticales; tantôt ils paraissent naître en dedans du premier cercle de liber; au moins on observe des fibres extérieures aux formations qui apparaissent en dehors de la zone génératrice, de sorte que la dénomination des formations extra-libériennes ne leur convient que si, avec les anciens botanistes, on ne considère comme *liber* que la partie la plus intérieure de l'écorce vivante.

» Enfin nous noterons qu'il est des ectogènes qui produisent des faisceaux extra-libériens presque immédiatement après la formation du premier cercle fibro-vasculaire; tous les cercles ligneux qui s'enveloppent s'accroissent pendant une période limitée et égale; de sorte que les plus anciens ont à peu près la même largeur; les extérieurs, n'ayant pas encore achevé entièrement leur accroissement, vont en diminuant de volume, de façon que les plus récents sont à peine visibles. D'autres espèces, au contraire, tardent longtemps, quelquefois pendant plusieurs années, à produire des faisceaux extra-libériens et les engendrent sans régularité, de sorte que le cercle ligneux intérieur, qui s'est accru exclusivement pendant un temps prolongé, est large et formé de plusieurs couches; ceux qui le suivent sont de largeur variable. »

M. Is. Pierre fait hommage à l'Académie du tome Ier de la 5e édition de sa « Chimie agricole ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Botanique, en remplacement de M. *Lecoq*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 39,

M. Planchon obtient.	38 suffrages.
M. Duval-Jouve	1 »

M. Planchon, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. *H. Mohl*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Weddell obtient.	32 suffrages.
M. Faivre.	5 »

M. Weddel, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE AGRICOLE. — *Du dosage rapide de l'acide phosphorique, de la magnésie et de la chaux; par* M. G. Ville.

(Commissaires, MM. Dumas, Peligot, Cahours.)

« Tandis que la grande industrie a transformé depuis cinquante ans la plupart de ses procédés de travail et réussi à les rendre à la fois plus expéditifs et plus économiques, les chimistes ont fait subir bien peu de changements à l'outillage qu'ils ont reçu de la grande école française du dernier siècle. Si l'on récapitule par la pensée les opérations dans lesquelles se résout en définitive le travail des laboratoires, on trouve qu'elles peuvent être ramenées à sept ou huit : peser, diviser, pulvériser, chauffer, calciner, dissoudre, précipiter et filtrer. L'idée de simplifier, et surtout de rendre plus rapides ces diverses opérations, à l'aide d'appareils appropriés, a toujours été pour moi un sujet de prédilection.

» Aujourd'hui je m'occuperai des moyens de séparer rapidement un précipité du liquide où il a pris naissance.

» Si j'ajoute qu'à l'aide des appareils que je propose à l'adoption des chimistes on peut doser un assez grand nombre de corps, par exemple la chaux, la magnésie, l'acide phosphorique et vraisemblablement la potasse, avec la dernière rigueur et une rapidité que l'on ne saurait atteindre avec les anciennes méthodes, il me semble que ce résultat est bien de nature à encourager ce genre de recherches, modestes assurément, mais d'une utilité incontestable.

» Je traiterai aujourd'hui du dosage de l'acide phosphorique (1).

» Ce dosage a été pendant longtemps une des opérations les plus délicates et les plus laborieuses de l'analyse minérale, lorsque les phosphates sont mêlés ou unis au fer et surtout à l'alumine. Il est vrai qu'aujourd'hui la question est plus avancée. Depuis que M. Warington et surtout M. Brassier ont signalé à l'attention des chimistes la propriété, que le citrate d'ammoniaque possède au plus haut degré, de dissoudre l'oxyde de fer et l'alumine, on a pu isoler l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Pour cela, il suffit d'ajouter au liquide provenant de l'attaque d'un phosphate par l'acide hydrochlorique faible de l'acide citrique d'abord, puis de l'ammoniaque en excès, et enfin du chlorure de magnésium. Pour être juste cependant, il faut reconnaître que cette méthode n'a commencé à se répandre dans les laboratoires que depuis que M. Boussingault a montré que la présence de la chaux n'altérait pas la rigueur des résultats.

» Ce procédé très-exact a l'inconvénient d'être long; les filtrations sont lentes. »

» D'autre part :

» M. Leconte a proposé de doser l'acide phosphorique par la méthode des volumes, au moyen des sels d'urane. L'exactitude de ce procédé ne laisse rien à désirer, mais il est inapplicable en présence de l'alumine et du fer.

» Appelé l'année dernière à exécuter un grand nombre d'analyses de phosphates, j'ai cherché à fusionner ces deux méthodes pour prendre à chacune ses avantages. A celle de M. Warington et de M. Brassier la séparation certaine de l'alumine et du fer, à celle de M. Leconte la délicatesse, la sûreté des dosages et la suppression des pesées. Mes nouveaux appareils à décantation rapide ajoutent la célérité.

» J'attaque à froid 2 grammes de phosphate par 50 centimètres cubes d'acide hydrochlorique ou d'acide nitrique faible, je filtre; je prends 5 centimètres cubes de cette dissolution, je l'additionne d'abord d'acide citrique, j'ajoute de l'ammoniaque en excès, et je précipite par une dissolution de chlorure de magnésium, la liqueur étant maintenue ammoniacale.

» L'acide phosphorique se dépose à l'état de phosphate amoniaco-magnésien. A l'aide du filtre aspirateur, je le sépare du liquide qui surnage, je le lave avec de l'eau ammoniacale, j'aspire encore; je dissous enfin le précipité au moyen de quelques gouttes d'acide nitrique et je dose par la méthode des volumes, au moyen de l'acétate d'urane, d'après les indications de M. Leconte, auxquelles j'ai fait quelques utiles additions. Grâce à mes nouveaux

---

(1) J'ai décrit pour la première fois cette méthode, appareils et réactions, dans un brevet d'invention du 29 août 1871, sous le n° 84,300, afin de prendre date. La description que j'en donne aujourd'hui *est extraite textuellement de mon brevet.*

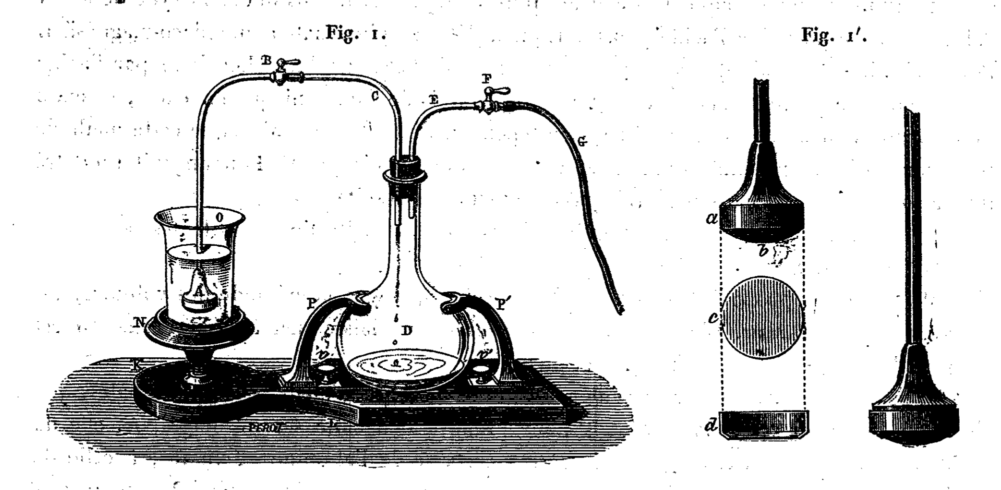
appareils, la fusion des deux méthodes est complète et la célérité du procédé telle, qu'en moins de deux heures on peut faire au moins dix opérations (1). »

» Le dosage de l'acide phosphorique devient aussi facile que celui de l'azote par la chaux sodée, plus général et non moins rigoureux.

» S'agit-il des superphosphates de chaux du commerce? La nécessité de distinguer l'acide phosphorique qui est à l'état soluble de celui qui est à l'état insoluble exige deux attaques parallèles : l'une par l'eau distillée, et l'autre par l'acide azotique faible. Mais c'est toujours le même procédé : on opère sur chaque liquide séparément, comme je viens de l'indiquer pour les phosphates naturels.

» Le moment est venu de parler des appareils qui ont permis de donner aux opérations tant de célérité.

Fig. 1. Fig. 1'.



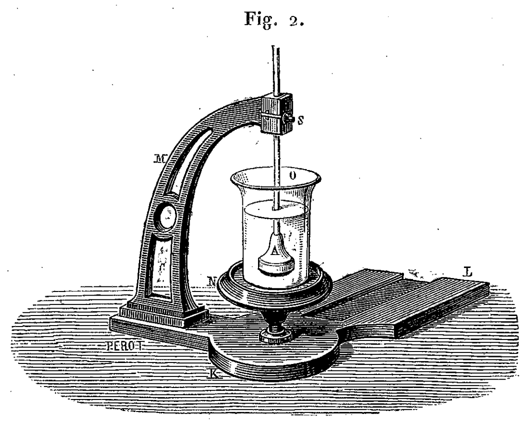
» Un regard jeté sur ces dessins suffit pour en comprendre l'économie et le fonctionnement (*fig.* 1). On fait un vide de quelques centimètres de mercure dans le ballon D, à l'aide d'une petite pompe à main. La base du cône A, recouverte d'un ou deux disques de papier buvard, maintenue en place par une bague ajustée à frottement sur ses parois, fonctionne comme un véritable filtre qui opère sous pression. M. Peligot s'est servi autrefois d'une disposition analogue pour séparer le saccharate tribasique de chaux des eaux mères, et M. Berjot a eu recours plus récemment au vide

(1) Dans un travail récent, M. Joulie, se plaçant à un autre point de vue, la difficulté d'obtenir des résultats exacts par la méthode des pesées, a été conduit à proposer la précipitation préalable de l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, qu'il dose ensuite par la méthode des volumes.

pour opérer rapidement le dosage des huiles dans les graines, au moyen du sulfure de carbone.

» J'ai adopté deux modèles d'appareils, l'un de platine et l'autre de verre (*fig.* 2). On obvie à la fragilité de ce dernier au moyen du bras de consolidation M qui fixe très-solidement le tube d'aspiration.

Fig. 2.



» La facilité que donne cette méthode de multiplier les dosages m'a conduit à définir expérimentalement toutes les conditions qui peuvent affecter la précipitation du phosphate ammoniaco-magnésien.

» Entre autres résultats, j'ai trouvé le moyen de rendre cette précipitation presque instantanée. Pour cela, que faut-il? Opérer sur des doses modérées de phosphates et employer un excès de chlorure de magnésium. Avec peu de chlorure, la précipitation est lente; avec plus, elle s'accélère; avec un excès, elle est immédiate. Après un quart d'heure d'attente, on peut procéder au dosage de l'acide phosphorique; seulement la filtration demande un peu plus de temps. Après une heure, le résultat est parfait.

» Comme M. Boussingault l'a remarqué, un excès de citrate d'ammoniaque retient en dissolution des quantités fort appréciables de phosphate ammoniaco-magnésien. La perte qui en résulte est cependant assez faible.

» Pour $0^{gr},050$ d'acide phosphorique, et après une attente de dix-huit heures, il n'a pas fallu moins de $6^{gr},852$ d'acide citrique pour retenir dans la liqueur $0^{gr},002$ d'acide phosphorique. Lorsque la quantité d'acide citrique employée est de 80 à 100 fois celle de l'acide phosphorique, il n'y a pas de perte; on peut en juger par ces exemples, dans lesquels on avait fixé la proportion de magnésie à $0^{gr},060$:

	PhO^5 retrouvé en présence de :				
Acide citrique........	gr 1,713	gr 2,560	gr 3,426	gr 5,139	gr 6,852
N° 1...........	0,0502	0,0500	0,0502	0,0492	0,0484
N° 2...........	0,0500	0,0500	0,0598	0,0492	0,0482
Moyenne.......	0,0501	0,0500	0,0500	0,0492	0,0483
PhO^5 employé.............	0,050				

» Par contre, la présence de la chaux change complétement l'amplitude des résultats. Le citrate de chaux dissout à peu près trois fois plus de phosphate ammoniaco-magnésien que le citrate d'ammoniaque. L'intervention de $0^{gr},059$ de chaux a suffi, en effet, pour porter la perte de l'acide phosphorique de $0^{gr},002$ à $0^{gr},006$; mais j'ai reconnu qu'un excès de chlorure de magnésium, si efficace pour hâter la précipitation du phosphate ammoniaco-magnésien, neutralise complétement l'action dissolvante des deux citrates de chaux et d'ammoniaque, et rend aux résultats leur exactitude et leur concordance.

» Parvenu à ce point, j'ai étudié la précipitation de l'acide phosphorique en présence du fer et de l'alumine, isolément d'abord, puis associés à la chaux, et je suis arrivé à cette conclusion qu'en maintenant les doses de l'acide citrique, celles du chlorure de magnésium et de l'ammoniaque et le volume total du liquide entre certaines limites que j'indique, le procédé est d'une exactitude irréprochable.

» On peut en juger par ces quelques exemples, dans lesquels on a poussé les choses à l'extrême; car, pour $0^{gr},050$ d'acide phosphorique, on a ajouté : chaux, $0^{gr},112$; alumine, $0^{gr},088$; peroxyde de fer, $0^{gr},120$. Total : six fois le poids de l'acide phosphorique.

		PhO^5 retrouvé		
PhO^5 employé.		après 18^h d'attente.	après $\frac{1}{2}$ heure.	après $\frac{1}{4}$ d'heure.
gr		gr	gr	gr
0,050	N° 1........	0,0502	0,0500	0,0496
	N° 2........	0,0498	0,0500	0,0500
	Moyenne.....	0,0500	0,0500	0,0498

« Qu'il s'agisse donc des phosphates naturels ou des superphosphates de chaux du commerce; que le produit contienne de l'acide sulfurique ou qu'il en soit dépourvu; que la proportion de l'alumine, de l'oxyde de fer et de la chaux soit forte ou faible, toujours les indications du procédé sont exactes et concordantes.

» Exactitude et célérité : la méthode possède ces deux caractères et un degré de généralité qui la rend applicable à tous les cas qui peuvent intéresser la Physiologie, l'Industrie et l'Agriculture.

» Mais si cet ensemble de mérites doit lui attirer la faveur des chimistes, n'oublions pas que, pour les acquérir, il a fallu les efforts réunis de MM. Warington, Brassier, Leconte, Boussingault, dont elle résume, en les fécondant, l'initiative et les observations. »

M. Oudemans adresse, de Batavia, deux photographies de l'éclipse totale du 12 décembre 1871, faites par M. *Dietrich*.

On a obtenu des photographies instantanées de la Couronne, avec une chambre ordinaire, munie d'un objectif double à portrait : le diamètre du Soleil, sur le cliché primitif, n'était que de 3 millimètres; on en a fait des agrandissements sur verre.

M. Oudemans adresse, en même temps, un exemplaire de son Rapport au Gouvernement sur les observations de l'éclipse.

(Ces diverses pièces sont renvoyées à la Section d'Astronomie.)

M. Lailler adresse une « Note sur les doses du phénol pour l'usage interne et sur son emploi contre la rage. »

(Renvoi à la Section de Médecine, à laquelle M. Bouley sera prié de s'adjoindre.)

M. Holl, M. de Chelle adressent des Notes relatives à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une traduction des « Nouveaux éléments de physiologie humaine, par M. *Wundt* ». Cette traduction a été faite sur la 2e édition allemande par M. *Bouchard*, et augmentée de notes.

M. Laussedat prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Géographe ou de Membre appartenant au département de la guerre, places actuellement vacantes au Bureau des longitudes.

(Renvoi à la Commission.)

CHIMIE. — *Sur le pouvoir décolorant de l'ozone concentré.* Note de **M. A. Houzeau.**

« Il n'est pas de chimiste ayant été témoin de l'action exercée par l'ozone concentré sur certaines matières colorantes et particulièrement sur le sul-

fate d'indigo, qui n'ait été surpris à la fois de la rapidité de la décoloration et du volume important de liquide coloré que l'ozone détruit. Des essais comparatifs sur le pouvoir décolorant du chlore et de l'ozone donnent sous ce rapport une grande supériorité à l'ozone concentré. Si, dans l'état actuel de nos connaissances sur la mesure exacte de l'oxygène actif contenu dans l'oxygène odorant, j'osais émettre les chiffres trouvés à ce sujet, je dirais que le pouvoir décolorant de l'ozone semble dépasser quarante fois celui du chlore.

» Sans m'arrêter à ces nombres, que je ne donne d'ailleurs que sous toute réserve, le fait certain, en dehors de toute interprétation, c'est la puissance de décoloration de l'ozone à l'égard de l'indigo. Aussi ai-je cherché à savoir, par voie expérimentale, et en tirant profit de mon étude, communiquée dernièrement à l'Académie, sur l'oxydation instantanée de l'alcool et de l'éther, si, dans sa manière d'agir sur l'indigo, le rôle de l'ozone n'est pas plus complexe qu'on ne se l'imagine ordinairement. En effet, j'ai trouvé que la destruction de cette matière colorante est accompagnée d'une formation d'eau oxygénée.

» Pour vérifier ce fait intéressant, il suffit de décolorer quelques grammes d'une solution aqueuse assez concentrée de sulfate d'indigo, en les agitant dans un flacon rempli d'ozone concentré. Une fraction du liquide jaune obtenu, étant reprise par l'éther et l'acide chromique, donne de suite la coloration bleue caractéristique du peroxyde d'hydrogène. Rien de semblable ne s'observe avec la même solution d'indigo essayée *avant* l'action de l'ozone : l'éther demeure incolore.

» Ainsi il est prouvé que, de même pour l'alcool et l'éther, l'action de l'ozone sur l'indigo est accompagnée d'une production d'eau oxygénée. C'est probablement un fait général, qui pourra se contrôler toutes les fois que l'ozone ne donnera pas naissance en même temps à des produits de nature à altérer très-rapidement le peroxyde d'hydrogène formé.

» Ce peroxyde d'hydrogène étant soluble dans l'eau et doué également de propriétés décolorantes, on explique à la fois, par sa production, la supériorité de l'ozone comme agent de décoloration et la continuité de l'action chimique, alors que l'oxygène odorant a cessé d'exister.

» Voilà la cause du phénomène que M. P. Thenard a observé, de son côté, et qu'il a désigné sous le nom d'*action continuatrice* dans son importante Communication sur le dosage de l'ozone.

» Si maintenant l'on rapproche les divers cas connus de formation d'eau oxygénée, de ceux que j'ai signalés et qui accompagnent des phénomènes

patents de déshydrogénation, ainsi que l'alcool et l'éther en fournissent un exemple par leur transformation partielle en aldéhyde, sous l'influence de l'ozone, ne peut-on pas se demander si le peroxyde d'hydrogène, à son tour, ne doit pas être plutôt considéré, d'une manière générale, comme un produit de déshydrogénation engendrée par une action oxydante ($2HO - H = HO^2$), que comme le résultat d'une simple fixation de l'oxygène sur l'eau?

» Le fait est qu'il m'a été impossible, jusqu'à présent, de reproduire le peroxyde d'hydrogène par l'action de l'eau seule sur l'ozone concentré. »

M. P. Thenard présente, à propos de cette Communication, les observations suivantes :

« Dans la Communication que j'ai eu naguère l'honneur de faire à l'Académie sur le dosage de l'ozone par l'acide arsénieux, je n'ai pas fait de rapprochement entre l'action oxydante que, ainsi que le chlore, cet agent exerce sur l'acide arsénieux. Car tout en ne niant pas que l'analogie soit des mieux marquées, je fais cependant des réserves basées sur des différences, qu'il serait aujourd'hui trop hâté de signaler, mais que je peux au moins suspecter.

» Quant à l'action qui se continue après que le sulfate d'indigo a éteint l'oxygène ozoné, j'ai de graves raisons de l'attribuer à de l'eau oxygénée formée par les corps en présence. M. Dumas en sait quelque chose, car avant ma publication nous avions discuté ensemble la question; mais, par la température élevée qui régnait au moment de mes expériences et qui règne encore aujourd'hui, l'eau oxygénée devient si instable, que malgré les apparences j'ai dû craindre quelque confusion fâcheuse et me montrer prudent.

» Il faut en effet se bien garder de conclure trop vite quand on manie de l'ozone; et, quoique j'aie en portefeuille beaucoup de résultats dont plusieurs sont intéressants, je demande à l'Académie la permission de ne pas m'étendre davantage aujourd'hui. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du tétrachlorure de naphtaline.* Note de **M. E. Grimaux**, présentée par M. Wurtz.

» Quoique la naphtaline ait été l'objet de travaux nombreux et importants, ses produits d'addition sont encore peu étudiés, et l'on ne connaît à peu près que les chlorures de naphtaline décrits par Laurent, et les hy-

drures signalés par M. Berthelot. Il était à prévoir cependant que l'étude des composés d'addition de la naphtaline amènerait la découverte de corps intéressants, appartenant à des séries nouvelles; c'est ce que démontrent les recherches suivantes, entreprises sur le tétrachlorure de naphtaline α, $C^{10}H^8Cl^4$, décrit par Laurent.

» J'ai tenté de saponifier le tétrachlorure par l'eau, et j'ai d'abord opéré en vase clos, en chauffant le chlorure pendant quelques heures avec 30 fois son poids d'eau, à la température de 180-190 degrés; dans ces conditions, le tétrachlorure disparaît en fournissant de l'acide chlorhydrique et un composé oxygéné soluble dans l'eau renfermant $C^{10}H^{10}Cl^2O^2$. Comme il est mal commode d'obtenir, par ce mode opératoire, des quantités notables de produit, j'ai essayé de décomposer le tétrachlorure de naphtaline en le chauffant pendant plusieurs jours avec 30 fois son poids d'eau, renfermant de l'hydrate de plomb en suspension; dans ces conditions, on voit bientôt disparaître le tétrachlorure et l'oxyde de plomb, et la liqueur dépose, par le refroidissement, une grande quantité de chlorure de plomb. Je me suis aperçu bientôt que l'eau est le seul agent de décomposition, et que l'oxyde de plomb ne fait que fixer l'acide chlorhydrique, à mesure que celui-ci est mis en liberté.

» Si, en effet, on met en suspension 30 grammes de tétrachlorure de naphtaline dans un kilogramme d'eau, et qu'on fasse bouillir le liquide, le tétrachlorure de naphtaline disparaît au bout de quarante-huit heures, la liqueur filtrée bouillante et concentrée à moitié dépose, par le refroidissement, un corps solide, auquel l'analyse assigne la composition $C^{10}H^{10}Cl^2O^2$, et que ses réactions caractérisent comme un glycol chloré.

» Je donnerai à ce corps le nom de *glycol naphthydrénique bichloré*, car il dérive de l'hydrocarbure $C^{10}H^{10}$ décrit par M. Berthelot, et qu'on peut appeler *naphthydrène*.

« Le glycol naphthydrénique bichloré $C^{10}H^8Cl^2 \left\{ \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \right.$ se présente en grains cristallins, durs, légèrement colorés en brun ou en plaques brillantes, suivant qu'il se dépose d'une solution étendue ou concentrée. On peut le purifier en le dissolvant à l'ébullition et en présence de noir animal dans 4 fois son poids d'un mélange à parties égales d'eau et d'alcool; il se sépare alors en petits cristaux incolores. Par l'évaporation lente de sa solution éthérée, il se présente sous la forme de prismes durs, assez gros, mal déterminés. Il est peu soluble dans l'eau froide, soluble dans près de 30 fois son poids d'eau bouillante, assez soluble dans l'alcool et dans

l'éther. Après cristallisation lente dans l'éther, il fond à 155-156 degrés.

» Chauffé avec le chlorure d'acétyle, il s'y dissout au bout de quelques instants avec dégagement d'acide chlorhydrique; le produit de la réaction, débarrassé du chlorure d'acétyle, fournit, par des cristallisations successives dans l'alcool bouillant et dans l'éther, des plaques légères, nacrées, fusibles à 130-131 degrés, et qui constituent le *diacétate* $C^{10}H^{8}Cl^{2}\left\{\begin{matrix}OC^{2}H^{3}O\\ OC^{2}H^{3}O\end{matrix}\right.$. Par évaporation spontanée de sa solution éthérée, cet acétate se dépose en grandes lames brillantes ou en prismes courts et durs. Il est assez difficile de l'obtenir pur, car il se produit en même temps un corps plus soluble dans l'alcool, cristallisant en aiguilles fusibles à 154 degrés, et dont on n'a pas eu une quantité suffisante à l'état de pureté pour l'analyse.

» Avec le chlorure de benzoyle, on obtient un *dibenzoate*

$$C^{10}H^{8}Cl^{2}\left\{\begin{matrix}OC^{7}H^{5}O\\ OC^{7}H^{5}O\end{matrix}\right.$$

en petits grains blancs, solubles dans l'alcool et l'éther, fusibles à 148-150 degrés.

» Lorsqu'on distille le glycol naphthydrénique chloré avec de l'acide chlorhydrique ordinaire ou avec une solution d'acide bromhydrique, une portion se transforme en matières noires, et il passe à la distillation avec les vapeurs d'eau de longues aiguilles, qu'on purifie par cristallisation dans l'eau bouillante, et qui constituent un *naphtol monochloré*

$$C^{10}H^{6}Cl, OH.$$

» Le naphtol monochloré est en longues aiguilles excessivement légères, peu solubles dans l'eau froide, solubles dans l'eau bouillante, fondant à 109 degrés, en émettant l'odeur bien connue des phénols. Chauffé en petite quantité dans un tube, il se sublime sans altération; il se dissout dans les alcalis, et en est reprécipité par les acides; sa solution aqueuse rougit faiblement à l'air; elle n'est colorée ni par le chlorure ferrique, ni par le chlorure de chaux. Dissous dans l'acide sulfurique, le naphtol chloré se colore en violet par l'addition d'un cristal d'acide oxalique.

» La production du naphtol chloré par l'action de l'acide chlorhydrique ou de l'acide bromhydrique sur le glycol $C^{10}H^{8}Cl^{2}(OH)^{2}$ s'explique, en admettant qu'il se forme d'abord une chlorhydrine ou une bromhydrine.

$$C^{10}H^{8}Cl^{2}\left\{\begin{matrix}OH\\ OH\end{matrix}\right. + HCl = C^{10}H^{8}Cl^{2}\left\{\begin{matrix}Cl\\ OH\end{matrix}\right. + H^{2}O,$$

et cette chlorhydrine, qui appartient au type du tétrachlorure de naphta-

line, perd facilement 2 molécules d'acide chlorhydrique, comme le fait le tétrachlorure à la distillation

$$C^{10}H^8Cl^2\left\{\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right. - 2HCl = C^{10}H^6Cl, OH.$$

» Quoique je n'aie pas encore isolé cette chlorhydrine à l'état de pureté, elle paraît être le premier produit de l'action de l'acide chlorhydrique sur le corps $C^{10}H^8Cl^2(OH)^2$. En effet, lorsqu'on chauffe celui-ci avec 8 à 10 fois son poids d'acide chlorhydrique dans un ballon en communication avec un réfrigérant ascendant, il s'attaque et ne tarde pas à se transformer en un liquide épais qui se solidifie par le refroidissement. La solution éthérée de ce produit abandonne, par l'évaporation lente, des cristaux fusibles à 183 degrés, d'une saveur amère et camphrée, mais qui, d'après l'analyse, sont un mélange du corps $C^{10}H^8Cl^2(OH)^2$ et de la chlorhydrine $C^{10}H^8Cl^3$, OH. Ces cristaux, bouillis avec la potasse alcoolique ou soumis à la distillation sèche, fournissent une petite quantité de naphtol chloré. Il se forme aussi des traces de naphtol chloré par la distillation sèche du glycol naphthydrénique chloré lui-même. Il prend encore naissance lorsqu'on chauffe le tétrachlorure de naphtaline avec 15 fois son poids d'eau à 190-200 degrés.

» La formation du naphtol chloré $C^{10}H^6Cl$, OH au moyen du corps $C^{10}H^8Cl^2(OH)^2$ présente un certain intérêt, car elle explique un fait resté obscur jusqu'à ce jour et même contesté, la transformation de la benzine en phénol, opérée par M. Church (1). On sait que M. Church avait obtenu, par l'action du bichromate de potassium et de l'acide chlorhydrique sur la benzine un composé $C^6H^6Cl^2$, *chlorhydrate de benzine chloré*, et qu'il avait transformé en phénol. Comme l'auteur attribuait la production du phénol à la décomposition par la potasse du chlorure de phényle C^6H^5Cl, ce qui est en contradiction avec les faits, on mit en doute la réalité de l'expérience de M. Church. Depuis, M. Jungfleisch a montré que la production du phénol doit être attribuée au dédoublement du corps $C^6H^6Cl^2$, car il a obtenu des phénols chlorés dans la saponification des chlorures de benzine chlorés. Il me semble que l'explication des faits observés par M. Church et M. Jungfleisch se trouve dans la transformation en naphtol chloré du corps $C^{10}H^8Cl^2(OH)^2$. On peut admettre que le chlorure de benzine $C^6H^6Cl^2$ se saponifie partiellement en donnant une chlor-

(1) *Journ. Chem. Society*, mars 1861, et *Bulletin de la Société chimique*, 1863, p. 469.

hydrine intermédiaire $C^6H^6\left\{\begin{matrix}Cl\\OH\end{matrix}\right.$, qui perd ultérieurement les éléments de l'acide chlorhydrique pour se transformer en phénol.

» Le glycol naphthydrénique chloré se dissout facilement dans l'acide azotique fumant sans dégagement de vapeurs nitreuses; l'eau précipite de la solution des flocons blancs, qu'on peut faire cristalliser dans l'éther. Lorsqu'on dissout le glycol naphthydrénique chloré dans trente fois son poids d'eau bouillante, additionnée de 2 pour 100 d'acide azotique, et qu'on évapore la solution au bain-marie, on n'obtient d'autre produit d'oxydation que l'acide phtalique. Néanmoins, en oxydant le tétrachlorure, j'ai observé la production d'un corps qui paraît être un dérivé d'oxydation du corps $C^{10}H^8Cl^2(OH)^2$, et qui se forme dans les conditions suivantes.

» Si l'on fait bouillir le tétrachlorure de naphtaline avec une solution aqueuse d'azotate d'argent très-étendu ou avec trente fois son poids d'eau renfermant 2 pour 100 d'acide azotique à 35 degrés Baumé, au bout de quarante-huit heures, la presque totalité du tétrachlorure a disparu, et la liqueur filtrée bouillante dépose de petits cristaux jaunes, presque insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool faible bouillant, et qui, par évaporation spontanée de leur solution éthérée, se présentent en petites plaques hexagonales épaisses, brillantes, fusibles à 195-196 degrés. Ce corps paraît renfermer $C^{10}H^8Cl^2O^2$, et représenter le glycol naphthydrénique bichloré, moins 2 atomes d'hydrogène. Il ne se forme qu'en petite quantité, et sa production n'est pas constante. Aussi n'avons-nous pu le soumettre à des réactions propres à déterminer sa formule et à décider si c'est une acétone-alcool $C^{10}H^7Cl^2\left\{\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}\right.$, analogue à la benzoïne ou une sorte de quinone $C^{10}H^8Cl^2\left\{\begin{matrix}O\diagdown\\O\diagup\end{matrix}\right.$.

» La solution dont ce corps s'est séparé fournit par concentration une notable quantité de glycol naphthydrénique chloré $C^{10}H^8Cl^2(OH)^2$ provenant de l'action de l'eau sur le tétrachlorure. Les eaux mères évaporées au bain-marie donnent de l'acide phtalique.

» Les faits qui précèdent ouvrent la voie à de nouvelles expériences, qui sont en cours d'exécution.

» J'ai constaté aussi que l'hexachlorure de benzine se saponifie par l'eau à une température élevée, en fournissant un composé très-soluble.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un dépôt osseux, situé au pied du Mont-Dol (Ille-et-Vilaine).* Note de M. S. SIRODOT. (Extrait.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats généraux de fouilles exécutées au Mont-Dol, pour rechercher la disposition, l'étendue et la nature d'un dépôt osseux qui me paraît avoir une importance digne de fixer l'attention du monde savant.

» Au milieu des marais de Dol, le Tertre, comme on l'appelle dans le pays, est un monticule isolé, à base sensiblement circulaire, d'une hauteur de 65 mètres au-dessus du niveau de la mer, dont il n'est séparé que par une distance d'environ 5 kilomètres. Il est formé d'un massif granitique, traversé, du nord au sud, par un filon de diorite, et d'un petit banc de schiste azoïque, appuyé contre le versant sud avec une inclinaison du nord-ouest au sud-est. A l'est et au nord, les flancs sont constitués par des escarpements verticaux, mais la pente s'adoucit au sud-ouest, et c'est par le côté sud seulement que la plate-forme est d'un accès facile. Le versant sud est séparé des escarpements de l'est par une forte arête d'un granit blanc qui passe à la leptinite. Cette arête est le point de départ de six bancs parallèles, d'un granit plus ou moins coloré, dirigés du nord au sud, contigus, mais séparés par des murs presque verticaux et composés d'assises superposées, avec une inclinaison du nord-est au sud-ouest.

» C'est au pied de ces glacis, abrités contre les vents du nord et de l'est, que se trouve le dépôt osseux dont la découverte vient d'être faite.

» Mon attention ayant été éveillée par la découverte fortuite de quelques ossements, attribués à des baleines et mis à nu dans une tranchée pratiquée par M. Lebreton, je me rendis sur les lieux le 19 mai. Après une journée de recherches, dans la partie du dépôt osseux qui apparaissait sur le côté gauche de la tranchée, j'avais acquis la conviction que le Mont-Dol recélait des matériaux suffisants pour rétablir une page de l'histoire de l'homme aux époques préhistoriques. M. Mouton, ingénieur du chemin de fer de l'Ouest, s'intéressa vivement à mes espérances, qu'il ne tarda pas à partager. Il voulut bien se charger de faire exécuter les premiers sondages. Le 12 juin, je me mis à la tête d'une équipe de travailleurs, qui a fonctionné jusqu'à ce jour sans interruption.

» Il a été ouvert dans la direction du nord au sud, celle des bancs de granit, une première tranchée, qui, prenant le dépôt osseux à fleur de terre, l'a suivi dans son inclinaison jusqu'à une profondeur de 3^m, 50. Le gisement se présentant sous la forme d'une couche continue, il a été

exploité progressivement, par banquette de 1 mètre à $1^m 20$ de largeur, à droite et à gauche de la tranchée primitive. Les limites du dépôt osseux ont été atteintes dans la région la plus superficielle au nord et à l'est; on poursuit aujourd'hui la découverte dans la direction ouest, en même temps qu'on prépare une tranchée dans la direction du sud.

» Des faits observés pendant cinquante jours de travail, il résulte :

» 1° Que le gisement osseux forme une couche continue, dont l'inclinaison du nord-est au sud-ouest est précisément celle des glacis des bancs de granit voisins;

» 2° Qu'il se trouve distribué entre des fragments plus ou moins volumineux de granit à arêtes vives;

» 3° Que la couche osseuse, d'une épaisseur moyenne de 50 centimètres, repose sans discontinuité sur un banc d'argile sablonneuse aussi fine qu'homogène, d'une épaisseur moyenne de $1^m,20$, et qu'elle est recouverte, dans sa région la plus élevée, par un sable granitique terrestre, et plus bas par une couche de sable marin coquillier, dont les dispositions à l'ouest et au sud ne sont pas encore connues.

» Les débris recueillis jusqu'à aujourd'hui dans cette station sont considérables; ils remplissent vingt-trois caisses, déposées à la Faculté des Sciences de Rennes. Ils se composent : de dents; d'os généralement brisés; de fragments d'os plus ou moins calcinés et de cendres; de silex en rognons, en éclats et en couteaux; de cailloux roulés, de grès et de quartzite étrangers à la région, ayant servi à la fabrication de haches et de coins. Les dents doivent être rapportées aux genres : *Elephas*, *Equus*, *Bos* et autres genres de ruminants de plus petite taille; *Rhynoceros*, *Sus*, *Ursus* et divers genres de carnassiers, dont la détermination demande un plus sérieux examen. Trois de ces genres dominent et se font remarquer par la fréquence de jeunes animaux; ce sont les genres *Equus*, *Bos* et *Elephas*. Il a été déjà extrait, dans un état de conservation très-variable, plus de cent cinquante molaires d'éléphant de toute taille.

» Les os sont généralement brisés, à l'exception des os courts des extrémités des membres, dont l'intégrité contraste singulièrement avec l'état des os longs tous brisés. Il est important de faire remarquer que, tandis que les extrémités articulaires des os longs se présentent avec une conservation surprenante, il n'existe pas une seule diaphyse dont les fragments n'accusent une cassure dans le sens de la longueur.

» Les fragments d'os plus ou moins complétement calcinés, disséminés

dans la région supérieure du dépôt, se sont trouvés, sur quelques points, mélangés à des cendres, en quantité telle qu'il a été possible d'en recueillir plus de 25 kilogrammes.

» Les silex, complétement étrangers à la région, caractérisent le dépôt au même titre que les cendres : quelques-uns sont entiers, beaucoup se présentent sous la forme de nodules dont on a enlevé des éclats sur toutes les faces, la grande généralité sous forme d'éclats bruts ou dont le tranchant a été régularisé par des retailles. L'un de ces éclats, en forme de couteau, a de très-remarquables dimensions.

» Une hache en grès, dont le tranchant a été obtenu par éclats, a attiré mon attention sur des cailloux roulés d'une roche identique, dont l'analogie avec les grès d'Erqui (Côtes-du-Nord) est frappante.

» Enfin quelques fragments de quartzite en forme de coin doivent être également signalés, parce qu'ils sont étrangers à la localité.

» Les débris osseux ne se rencontrent pas seulement dans la couche dont je viens d'indiquer rapidement le contenu, mais encore, bien que rares, dans le banc sous-jacent d'argile sablonneuse et même au milieu d'un conglomérat de rochers anguleux disposés en masse caverneuse, sur lequel l'argile repose. Il était important de bien établir ce fait, qui devra être pris en considération pour estimer l'âge relatif du dépôt osseux ; aussi a-t-il été creusé plusieurs puits pour en retirer des preuves incontestables. Il y aura à rechercher si les débris osseux n'ont pas séjourné pendant un temps plus ou moins long sur les hauteurs du versant sud, avant de prendre la disposition qu'ils occupent actuellement.

» La coexistence de l'homme et de ces débris est incontestable : le feu, les instruments de pierre en sont des preuves suffisantes. Mais il est possible, je crois, d'aller plus loin et d'indiquer la participation directe qu'il a prise à leur accumulation. Les nombreux fragments d'os brûlés, rapprochés de cette circonstance que les grandes espèces animales, les Éléphants, les Rhinocéros, sont généralement représentées par des animaux jeunes, me portent à considérer le dépôt osseux du Mont-Dol comme représentant des *débris de cuisine*.

» On pourrait encore invoquer, à l'appui de cette manière de voir, qu'il n'existe pas une diaphyse d'un os à moelle qui n'ait été fendue dans le sens de la longueur ; mais, comme cet argument est discuté, je me contenterai de signaler la coïncidence.

» Les nouvelles tranchées, qui sont en voie d'exécution, auront surtout pour objet la recherche des circonstances qui permettront d'estimer l'âge

relatif de ce gisement. La détermination exacte des espèces animales fournira des arguments; j'en attends d'autres de l'étude attentive des couches superposées. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur le développement des fibres musculaires striées chez les Insectes.* Note de **M. J. Kunckel**, présentée par M. Blanchard.

« La structure des muscles est bien connue, mais le développement des fibres et des fibrilles est encore pour les anatomistes un sujet de controverse. Chacun sait que la nature et les propriétés des muscles sont identiques dans toute la série animale, et quoique mes recherches soient relatives au développement du tissu musculaire chez les insectes, les faits que j'expose n'acquièrent pas moins un caractère général.

» M. Kölliker et avec lui un grand nombre d'anatomistes regardent la fibre musculaire entourée de son sarcolemme, c'est-à-dire le faisceau primitif comme l'élément fondamental du muscle. M. Rouget dans ses divers Mémoires s'efforce au contraire de démontrer que les faisceaux primitifs sont toujours constitués par une réunion de fibrilles, l'élément primordial étant la fibrille; tout récemment M. W Dönitz a de même considéré la fibrille comme l'élément; il n'y a là qu'une affirmation : ces deux histologistes n'ont pas observé le développement de ces fibrilles.

» Quant à la formation des muscles, sans rappeler l'hypothèse de Schwann, hypothèse universellement abandonnée, nous trouvons une opinion professée par M. Kölliker et beaucoup de savants de l'Allemagne : chaque fibre musculaire provient d'une cellule unique qui s'allonge extraordinairement en même temps que son noyau se multiplie, et le contenu de ces cellules se transforme en fibrilles par division longitudinale, le sarcolemme étant la paroi de la cellule. Pour M. Lebert et M. Margo les éléments générateurs des muscles sont des noyaux particuliers qu'on rencontre dans la période embryonnaire et qui ont reçu le nom de corps myogéniques, myoplastes ou sarcoplastes. Les *sarcous elements* de Bowman ne sont certes pas les éléments des fibres, ce sont comme les disques superposés des productions artificielles ainsi que M. Kölliker et M. Rouget l'ont démontré. M. Leydig admet dans le faisceau primitif l'existence de cylindres primitifs, mais il soutient avec Remak et d'autres observateurs que les fibrilles ne sont pas les éléments du tissu musculaire. Relativement à la genèse des muscles chez les insectes nous devons mentionner les conceptions hypothétiques de M. Weismann; cet anatomiste dans ses études sur le développement post-

embryonnaire des Muscides fait jouer un grand rôle à des agglomérations de granules (körnchenkugeln), formées par les anciens tissus de la larve en voie de destruction et par les produits de la dissociation du tissu adipeux; ces amas de granules complétement libres se grouperaient par une sorte d'attraction en cordons longitudinaux et constitueraient les faisceaux musculaires. Ce même auteur, dans des recherches postérieures sur les Corèthres, décrit certaines parties comme les rudiments des muscles des ailes, mais le développement élémentaire n'est pas indiqué.

» Les auteurs sont donc fort peu d'accord sur l'origine des muscles; je me propose de démontrer que : 1° *l'élément primitif du muscle est la fibrille, chaque fibrille provenant d'une cellule embryonnaire unique qui s'allonge extrêmement sans que son noyau se modifie; ce noyau rempli de granulations disparaissant lorsque se montre la striation;* 2° *les fibrilles déjà formées, le sarcolemme apparaît et entoure en se développant un certain nombre d'entre elles : telle est l'origine du faisceau primitif;* 3° *les myoplastes ou sarcoplastes n'ont rien de commun avec le sarcolemme ni avec les fibres musculaires; ils apparaissent quand les cellules embryonnaires des fibrilles sont déjà fort allongées.*

» Lorsqu'on suit le développement des Diptères, insectes particulièrement favorables à l'observation, on est témoin à l'époque de la métamorphose d'une série de phénomènes fort curieux. Les larves perdent la faculté de se mouvoir, les téguments et les appendices de l'Insecte adulte qui existaient dans ces larves à l'état embryonnaire sous la forme de replis de l'hypoderme se réunissent pour constituer la tête et ses appendices, le thorax et les membres, les pièces appendiculaires de l'armure génitale. Cette formation nouvelle des téguments et des appendices de l'Insecte adulte, formation qui est indépendante des téguments de la larve, est accompagnée de la production d'un tissu musculaire nouveau, les muscles de la larve se détruisant complétement. Cette genèse du tissu musculaire de l'Insecte parfait est un phénomène dont l'étude vient complétement modifier les opinions que l'on professait sur les métamorphoses des Insectes.

» Les faits que je vais exposer ont été observés chez les Volucelles, mais ils ne sont pas particuliers à ces Diptères; les nymphes des Syrphides, Muscides, Œstrides, Stratyomides, Tipulides se prêtent également bien à l'examen.

» Après que la larve a perdu le mouvement, si l'on ouvre avec précaution une nymphe du deuxième au troisième jour, après avoir eu soin de pénétrer ses fragiles tissus d'une dissolution faible d'acide chromique pour empêcher la désagrégation des parties, en enlevant avec de grandes pré-

cautions la peau de la larve qui adhère encore, on reconnaît dans le thorax, par exemple, une première membrane amorphe, l'enveloppe de la nymphe, au-dessous la couche de cellules de l'hypoderme formant un réseau d'hexagones, puis des cellules elliptiques imbriquées; enfin tout à fait au-dessous le tissus musculaire de la larve en voie de destruction. Ces cellules elliptiques longues de $0^{mm},03$ à $0^{mm},04$ et larges de $0^{mm},006$ à $0^{mm},009$ ont un noyau assez volumineux rempli de granulations; à chaque pôle en dehors du noyau on peut apercevoir un petit globule qui paraît bleuâtre et réfracte vivement la lumière. Si nous examinons une nymphe un peu plus avancée en âge, du troisième au quatrième jour, nous retrouvons la même disposition des couches de tissus, mais les cellules elliptiques se sont allongées et sont devenues fusiformes; le tissu musculaire de la larve se voit encore audessous. Le cinquième jour les cellules fusiformes se sont démesurément étirées, chaque pôle porte un long appendice, mais le noyau n'a changé ni de forme ni de dimension; il ne s'est pas multiplié; la transformation des cellules en fibrilles est déjà manifeste. Le huitième jour est caractérisé chez les nymphes de Volucelles par l'apparition de deux cornes stigmatifères; à ce moment on peut se convaincre que les faisceauxmusculaires sont déjà formés, mais qu'ils sont dissimulés par une membrane couverte d'une multitude de petits noyaux arrondis ($0^{mm},0064$ de diamètre) très-rapprochés et disposés en lignes longitudinales et transversales à peu près régulières; ces noyaux remplis de granulations sont les corps myogéniques, les myoplastes ou sarcoplastes; sous ces myoplastes se trouvent les faisceaux primitifs enveloppés chacun par leur sarcolemme dont les noyaux placés en série de distance en distance à la face interne se distinguent par leur forme comme par leur dimension des noyaux myoplastiques qui les recouvrent; ils sont elliptiques et leur diamètre ($0^{mm},019$) est au moins trois fois plus grand. Mais, chose essentielle, la membrane couverte de myoplastes déchirée, le sarcolemme rompu, le faisceau primitif se décompose en fibrilles, chaque fibrille ayant déjà acquis à peu près sa longueur définitive (6 à 7 millimètres) et conservant son noyau. Peu de temps après ce huitième jour la striation s'accuse, mais le noyau a disparu; la fibrille n'est plus qu'un cylindre régulier qui ne garde aucune trace de son origine cellulaire. C'est du sixième au huitième jour que les trachées musculaires commencent à se montrer; leur formation n'est pas moins curieuse que celle des muscles; à mesure qu'elles se développent et que les muscles prennent leur consistance définitive, les myoplastes disparaissent.

» Les cellules elliptiques ou cellules embryonnaires des fibrilles ne se

rencontrent pas seulement dans le thorax, elles se trouvent également dans les pattes de la nymphe et dans toutes les parties où seront des muscles de l'insecte adulte.

» Quant aux idées émises par M. Weismann sur le rôle du tissu adipeux et des muscles de la larve, qui tous deux fourniront les matériaux de formation du tissu musculaire de l'insecte adulte, elles sont en désaccord avec l'observation rigoureuse des faits. Le tissu adipeux conserve sa forme générale jusqu'au septième ou huitième jour; à partir de ce moment, le réseau de cellules qui le constituent commence à se détruire, le contenu des cellules s'échappe sous l'aspect de petits amas de granulations graisseuses. Ces granulations sont charriées par le sang dans toutes les parties de la nymphe; certains auteurs ont prétendu que chez les nymphes il y a arrêt des mouvements du cœur, au contraire, les contractions rhythmiques du vaisseau dorsal se continuent sans interruption : c'est là un fait d'observation irrécusable. On voit donc que le corps adipeux ne se dissocie qu'après l'apparition des cellules génératrices des fibrilles et lorsque les faisceaux musculaires sont déjà formés; il fournit exclusivement des matériaux pour l'accroissement des tissus nouveaux de l'insecte adulte. D'autre part, l'existence simultanée des cellules fusiformes génératrices des nouvelles fibrilles et des anciens faisceaux musculaires de la larve est une preuve que les muscles ne se modifient pas pour donner naissance au système musculaire de l'insecte adulte; ils se détruisent, et les produits de leur dégénérescence sont éliminés par les tubes de Malpighi dont la structure comme les fonctions ne subissent aucun changement pendant la métamorphose.

» En résumé, *l'élément primitif du muscle est une cellule qui par son allongement constitue une fibrille*; la fibre ou faisceau primitif est une formation secondaire; c'est une réunion sous une enveloppe commune, le sarcolemme, d'un certain nombre de fibrilles déjà développées : le sarcolemme est donc une forme du tissu conjonctif; les myoplastes sont les centres de formation du perimysium et ne jouent aucun rôle dans la genèse des muscles; le tissu qui renferme les myoplastes n'est encore qu'une forme du tissu conjonctif. Enfin, sans préjuger la nature intime de la substance fibrillaire, on voit que la fibrille possède une enveloppe, qui est la paroi de la cellule d'origine. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la forme embryonnaire des Dragonneaux* (*Gordius*). Note de **M. A. Villot**, présentée par M. Blanchard.

« L'embryon des Dragonneaux, qui était resté inconnu jusqu'ici, ne ressemble nullement à la forme adulte. C'est un ver microscopique, cylindrique, ayant à peine $0^{mm},205$ de long sur $0^{mm},045$ de large, et dans lequel on peut distinguer facilement une tête, un corps et une queue.

» La tête est aussi large que le corps et entièrement rétractile ; elle est armée d'une triple couronne de gros piquants, et se termine en avant par une sorte de trompe ou de suçoir. La trompe est rigide, grâce aux quatre forts stylets qui lui servent de charpente. Les piquants des deux premiers rangs, c'est-à-dire ceux qui avoisinent la base de la trompe, ont la même forme, la même disposition et la même grandeur ; ils sont au nombre de six pour chaque rang, les supérieurs recouvrant un peu les inférieurs, et se trouvent engagés en partie dans un étui triangulaire, qui leur donne la forme d'un fer de lance. Ceux du troisième rang sont implantés à la base de la tête ; ils alternent avec ceux des deux premiers rangs et ne leur ressemblent ni pour le nombre, ni pour la forme ; leur gaîne est presque quadrilatère et leur extrémité libre beaucoup plus longue ; ils sont aussi plus gros, plus résistants ; enfin, on en compte sept, au lieu de six, parce que l'une des gaînes en porte deux. La tête, dans ses mouvements de protraction et de rétraction, se comporte comme la trompe des Échinorhynques ; elle se retourne sur elle-même de son sommet à sa base et de sa base à son sommet, en faisant décrire à ses piquants un arc de cercle de 180 degrés. Lorsqu'elle est hors du corps, la pointe des piquants se trouve dirigée en arrière; dans le cas contraire, c'est l'inverse. Leur ordre est alors complétement interverti : la trompe, qui était en avant, est rejetée tout à fait en arrière; puis viennent successivement les piquants du premier, du deuxième et du troisième rang, réunis en faisceaux et constituant avec la trompe une tige solide au centre du corps ; l'extrémité des piquants du troisième rang dépassant un peu l'extrémité du corps, celui-ci est alors armé d'un dard court, mais très-résistant.

» Le corps présente de nombreux plis transversaux, très-rapprochés et très-réguliers, de sorte qu'on le dirait composé de véritables anneaux.

» La queue, un peu moins large que le corps, en est séparée par un étranglement profond ; elle est aussi très-distinctement annelée et porte vers son extrémité postérieure, qui est obtuse, quatre appendices : deux très-petits au centre, et deux plus grands sur les côtés.

» La description que je viens de donner a été faite sur l'embryon du *D. de Claix* (Charvet); mais elle s'applique aussi, à quelques détails près, à l'embryon du *D. de Risset* (Charvet), car celui-ci ne se distingue du précédent que par sa taille légèrement plus forte et la brièveté de l'extrémité libre de ses piquants du troisième rang.

» Une fois sorti de l'œuf et libre dans l'eau, où il est d'abord appelé à vivre, l'embryon des Dragonneaux n'a pas à sa disposition de grands moyens de locomotion. Sa queue cylindrique et peu mobile ne peut lui servir à nager. Tout au plus pourrait-il se frayer un chemin dans la vase à l'aide des crochets dont sa tête rétractile est armée. Aussi doit-il être facilement entraîné par le plus faible courant. Ceux que je détenais dans des vases de verre finissaient par adhérer aux parois et y formaient par leur nombre une sorte d'enduit pulvérulent. Dans la nature, ils doivent se fixer de la même manière sur les cailloux, les racines ou les tiges des plantes aquatiques; et c'est là qu'ils attendent les larves dont ils sont les parasites prédestinés.

» Ceci n'est point une hypothèse; l'expérience a été faite. Ayant mis un certain nombre d'embryons en présence de diverses larves de Tipulaires culiciformes (*Corethra*, *Tanypus*, *Chironomus*), j'ai eu la satisfaction de les voir s'enkyster. Le petit ver pénètre dans ces larves à téguments peu résistants au moyen de son armature céphalique, qu'il fait d'abord saillir brusquement; ses piquants, en se renversant, s'engagent dans les tissus de la larve, les écartent, s'y fixent et permettent à sa trompe de s'enfoncer profondément; puis il retire le tout, pour recommencer la même manœuvre. Dès que l'embryon a trouvé un gîte à sa convenance, il reste immobile; alors les humeurs qui le baignent de toute part se coagulent et lui forment un revêtement qui, en se durcissant, devient un véritable kyste. Ce kyste, qui paraît couvert à sa surface extérieure de petites concrétions irrégulières, est d'abord transparent et exactement appliqué sur l'embryon; mais si au bout de quelques jours on l'examine de nouveau, on voit qu'il a bruni, qu'il s'est allongé et que l'embryon n'en occupe plus que la partie antérieure, qui probablement n'est jamais complétement fermée. Ainsi le petit parasite, après son enkystement, chemine encore dans les tissus de la larve, allongeant toujours son kyste et laissant derrière lui un espace vide de plus en plus grand, jusqu'au moment où il passe à l'état de larve. Telles sont, en effet, ses conditions d'existence; tel est l'usage de l'armature compliquée qu'il a reçue de la nature.

» Les Dragonneaux sont donc soumis, dans le cours de leur développe-

ment, non-seulement à des migrations nécessaires, mais aussi à des *métamorphoses complètes*. Ce fait, auquel on était loin de s'attendre, nous montre qu'il n'existe, au point de vue des premières phases de l'évolution, aucune analogie entre les Mermis et les Gordius; et que ceux-ci ont, à l'état embryonnaire, une certaine ressemblance avec les Acanthocéphales. »

MÉDECINE. — *Sur une épidémie de scorbut, observée à l'hôpital militaire d'Ivry.* Note de M. LEVEN, présentée par M. Claude Bernard.

« Chargé, durant le siége de Paris, de la direction d'un service médical à l'hôpital militaire d'Ivry, j'ai eu l'occasion d'étudier une épidémie de scorbut qui avait sévi parmi les marins des forts voisins, les militaires et les condamnés de la prison de la Santé.

» Les médecins de l'armée et de la marine ont consigné dans les Annales médicales l'histoire d'un très-grand nombre d'épidémies. Ce qui manquait dans ces diverses études pour arriver à la notion de la pathogénie de cette maladie, c'était une anatomie pathologique précise, l'analyse des liquides de l'organisme du sang et des urines.

» Je suis arrivé, au point de vue de l'étiologie, à cette conclusion que la maladie n'est pas due à l'absence de végétaux, et que les végétaux ne sont pas indispensables à la guérison, mais que la maladie est le résultat d'une alimentation insuffisante dans les mauvaises conditions d'hygiène où sont placés ceux qui la contractent. Le froid, l'humidité, un travail excessif, la dépression morale avec l'alimentation insuffisante, doivent être considérés comme les principales causes du scorbut.

» Le scorbut est, selon moi, une maladie causée par l'inanition, mais qui n'a aucune analogie avec l'inanition réelle, où toute alimentation est supprimée

» Dans le scorbut, la graisse des tissus, le tissu adipeux sous-cutané, ne disparaît pas, mais le système musculaire devient gras, la strie musculaire disparaît et est remplacée par des granulations graisseuses, le sarcolemme même peut être résorbé.

» La dégénérescence graisseuse frappe le muscle proportionnellement à son activité; le cœur devient graisseux le premier, parce qu'il fonctionne continuellement, puis les muscles du dos, de la cuisse, des bras, etc.

» Les viscères deviennent gras, ainsi que le foie, les reins.

» J'ai pu faire, avec le concours de M. Chalvet, l'analyse du sang et des urines chez le même malade dans la période d'état et dans la période de

guérison, et j'ai trouvé que la fibrine augmente dans le sang jusqu'à 4 pour 1000; les globules baissent de moitié; l'albumine augmente aussi en quantité.

» Après trois semaines, chez le même malade, l'analyse a prouvé que les globules reviennent à la quantité normale 122 après s'être abaissés à 63, la fibrine 2 après s'être élevée à 4, et que l'albumine a légèrement diminué (1).

» Le plus grand nombre de guérisons a pu être obtenu quand les malades ont été nourris avec de la viande crue, sans aucune intervention de végétaux. »

OVOLOGIE. — *Formation des produits adventifs de l'œuf des Plagiostomes.* Note de **M. Z. Gerbe**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans une précédente Communication, j'ai fait connaître le mode de segmentation de la cicatricule de l'œuf des Plagiostomes, et j'ai dit que cette segmentation, dans ce qu'elle a de fondamental, rappelait tout à fait celle des Oiseaux, des Chéloniens, des Sauriens, des Ophidiens. Il me reste à donner un résumé des observations que j'ai pu faire sur la formation des parties complémentaires de l'œuf, comparativement à ce qui a lieu chez les Oiseaux.

» Chez les Plagiostomes ovipares tous les phénomènes évolutifs qui succèdent à la segmentation de la cicatricule devant s'accomplir hors du sein maternel, l'ovule, et plus tard l'embryon, avaient besoin d'enveloppes qui les missent à l'abri des causes de destruction, et de substances albumineuses que ne pouvait leur fournir le milieu dans lequel ils sont pondus. Aussi l'œuf de ces espèces, parmi lesquelles comptent les Raies, que j'ai plus particulièrement en vue, est-il pourvu, à sa sortie de l'oviducte, d'une coque, d'un albumen, d'une membrane chalazifère.

» La coque est composée de plusieurs couches superposées, intimement unies, mais ayant chacune leurs caractères propres, et ces couches se décomposent elles-mêmes en plusieurs lames ou feuillets. La plus profonde, celle qui se trouve au contact de l'albumen, mince d'un châtain clair à la loupe simple, montre au microscope des séries obliques de fibres excessivement fines, courtes, souvent onduleuses et se croisant. Au-dessus d'elle

---

(1) Quant aux urines du même malade : urée, 9; matières minérales, 18. Dans la période de guérison : urée, 18; matières minérales, 10.

se détache par sa teinte jaunâtre une seconde couche plus épaisse, d'apparence cellulaire, mais exclusivement aréolaire. Celle-ci est limitée à son tour par une troisième couche de même nature et de même couleur que la première. Enfin une quatrième couche, bien différente des précédentes, vient compléter extérieurement la coque. Cette quatrième couche, d'un brun marron bien prononcé, comme tomenteuse à la surface et principalement sur les bords et les appendices de l'œuf, est formée de fibres relativement grossières, isolées ou réunies en faisceaux plus ou moins volumineux, parallèles entre elles, et disposées dans le sens longitudinal de l'œuf. Celles de ces fibres qui, n'étant pas incorporées en totalité dans la paroi de la coque, simulent une sorte de bourre flottante, contribuent à fixer l'œuf aux corps étrangers.

» Je viens de dire que ces diverses couches avaient entre elles des rapports fort étroits ; il est très-difficile, en effet, de les isoler par la dissection, comme on isole les deux feuillets principaux de la membrane coquillière de l'œuf des Oiseaux; cependant la séparation devient possible lorsque, après avoir fait macérer dans la potasse à froid un fragment de coque, on l'immerge dans une très-faible solution de nitrate d'argent. Sous l'action de ces deux agents, la couche profonde et les deux couches superficielles s'isolent presque d'elles-mêmes en totalité ou en partie de la couche aréolaire, qui apparaît alors avec tout son caractère.

» Il n'y a donc rien ici qui rappelle de près ou de loin une coquille proprement dite; nous ne trouvons qu'une enveloppe protectrice d'une structure particulière, enveloppe qui, dans son ensemble et en forçant l'analogie, pourrait, jusqu'à un certain point, être comparée à la membrane coquillière de l'œuf de la Poule, ou plutôt à la coque fibreuse de l'œuf des Serpents.

» L'albumen, beaucoup moins abondant que celui des Oiseaux, en diffère encore par d'autres caractères : il est plus fluide et très-peu coagulable; il a la même densité dans toute son épaisseur et ne présente aucune trace de ces zones concentriques de dépôt, si visibles dans l'œuf de la Poule fraîchement pondu et surtout sur l'œuf dont le blanc est en voie de formation.

» Enfin, la membrane chalazifère, excessivement ténue, terminée par deux chalazes de volume inégal, très-peu tordues et se perdant dans l'albumen, n'est point, comme dans l'œuf de la Poule, immédiatement au contact de la sphère vitelline; elle forme une sorte de sac que remplit un fluide muqueux hyalin, dans lequel flotte librement l'ovule, d'où l'on peut in-

férer que cette membrane n'a pas pour fonction, comme chez les Oiseaux, de maintenir le jaune dans une position déterminée.

» Quelle est la source de ces divers éléments?

» Nous savons, par les recherches de Purkinje et surtout de M. Coste, que l'ovule des Oiseaux, en parcourant le long du canal flexueux qui représente l'oviducte, s'enveloppe successivement et dans autant de régions distinctes, de la membrane chalazifère, de l'albumen, de la membrane coquillière, de la coquille, dont nous venons de voir qu'il n'y a pas trace chez les Raies; nous savons aussi qu'il se revêt de ces produits en exécutant dans son parcours un mouvement de rotation selon un de ses axes.

» Chez les Raies, où l'oviducte, sauf dans la région qui fournit la membrane chalazifère, n'a ni la même structure ni la même forme, il ne saurait en être de même. Ce n'est plus dans un canal de 35 à 40 centimètres d'étendue, pourvu dans le sens de sa longueur de volumineux plis mucipares que seront sécrétés d'abord l'albumen, puis la coque; mais c'est dans une glande parfaitement circonscrite, épaisse au plus de quelques centimètres, située un peu au-dessus du milieu de l'oviducte, dont elle forme sur ce point la paroi, et dont la cavité qui doit traverser l'ovule est aplatie et dilatée latéralement comme l'est celle de l'utérus de la femme à l'état de vacuité. Sous une masse unique, cet organe, partie intégrante, je le répète, du canal vecteur, est un composé de plusieurs ordres de tubes glandulaires. Les uns simples, assez courts, presque droits, rongés côte à côte, sont placés tout à fait au débouché du conduit tubaire et y simulent deux coussinets de médiocre épaisseur; les autres, plus longs, plus épais, flexueux, souvent dichotomes, constituent la plus grande partie de la masse glanduleuse, et enveloppent extérieurement les coussinets dont je viens de parler, comme dans un fruit à noyau; le mésocarpe enveloppe l'endocarpe. Les premiers fournissent l'albumen proprement dit; les seconds, les mucus formateurs de la coque, et tous versent leurs produits dans la cavité de la glande, mais sur des zones (trois au moins) bien distinctes.

» De cette disposition on pourrait déjà inférer que les mouvements de rotation du globe vitellin dans la glande sont impossibles, et que la production de l'albumen et de la coque, au lieu d'être successive comme chez les Oiseaux, est simultanée ou à peu près. C'est, en effet, ce qui a lieu. L'ovule qui, dans son passage à travers la première région de l'oviducte, où il reçoit la membrane chalazifère et les liquides qui diluent le jaune, a pu exécuter quelques mouvements de rotation, comme la torsion des chalazes en fait foi, dès qu'il arrive dans la cavité de la glande, est en quelque

sorte condamné, par la force même qu'affecte cette cavité, non plus à rouler mais à couler, si je puis ainsi m'exprimer. Du reste, la preuve qu'il en est ainsi, c'est que le blanc, comme je l'ai dit plus haut, n'est point déposé par couches excentriques, mais est simplement versé autour du jaune qui l'entraîne dans son passage. D'un autre côté, les fibres de la coque, au lieu d'être circulaires, ont une direction longitudinale d'arrière en avant, comme si l'œuf, en totalité, avait passé par une filiere.

» Ce qui démontre également que l'albumen et le mucus formateur de la coque sont sécrétés simultanément et non successivement, ainsi qu'on le constate chez les Oiseaux, c'est que les deux produits ne se rencontrent jamais l'un sans l'autre. Un œuf à moitié engagé dans la glande et qui possède une partie de son albumen possède en même temps une partie de sa coque; et si celle-ci n'est pas encore résistante et subcornée comme elle le sera plus tard, du moins se distingue-t-elle déjà, même dans les points en formation, et par sa couleur et par la nature du mucus destiné à la constituer.

» Je ne saurais passer sous silence un fait assez singulier, dont je ne vois d'exemple nulle part : l'œuf, pourvu des parties accessoires que fournit la glande, descend dans la région utérine de l'oviducte, non pas dans toute son expansion, c'est-à-dire avec la forme quadrilatère qu'on lui connaît, mais plié sur lui-même, les deux cornes de l'extrémité qui s'engage étant presque au contact par celle de leurs faces qui se correspondent. Ce n'est que plus tard qu'il rentre dans sa forme normale. »

CHIRURGIE. — *De l'oblitération du vagin, comme moyen de guérison de l'incontinence urinaire, causée par les grandes pertes de substance de la cloison vésico-vaginale.* Note de **M. Herrgott**, présentée par M. C. Sédillot.

« Malgré les remarquables progrès de la Chirurgie dans le traitement des fistules vésico-vaginales, on ne parvient pas toujours à les guérir en conservant l'intégrité fonctionnelle des organes affectés, et l'on se trouve parfois dans la nécessité de fermer le canal vaginal, à une hauteur plus ou moins considérable, au-devant de l'utérus, dont l'orifice déverse dans la vessie le sang menstruel; opération que Vidal de Cassis a proposée le premier, en 1834.

» Le travail cicatriciel des grandes pertes de substance de la cloison vésico-vaginale facilite, dans certains cas, par une sorte de rétrécissement préparatoire, l'intervention et le succès de la Chirurgie.

» Nous avons pratiqué très-heureusement, en octobre 1864, une opéra-

tion de ce genre, et nous avons eu l'honneur d'en adresser l'observation à l'Académie (1869), avec un Mémoire plus étendu sur le traitement des fistules vésico-vaginales. Nous pouvons aujourd'hui présenter deux nouvelles observations d'oblitération vaginale avec guérison complète de l'incontinence.

» L'une des malades, âgée de trente-six ans, accouchée en 1869, au forceps, d'un enfant mort, et en 1870 à l'aide de la céphalotripsie, avait toute la paroi vaginale antérieure détruite, jusqu'à 3 centimètres du méat urinaire. Le vagin était en partie fermé à cette hauteur par un tissu cicatriciel, offrant, sous l'arcade pubienne, une ouverture assez large pour y introduire deux doigts, et conduisant au col utérin et dans la vessie. Trois opérations, pratiquées le 2 mai et le 9 juin 1871 et le 11 mars 1872, amenèrent successivement la diminution et enfin l'occlusion définitive du vagin et la disparition de l'incontinence.

» L'autre malade, mère de douze enfants, avait été atteinte, à la suite de son dernier accouchement, d'une perte de substance de toute la paroi vaginale antérieure, admettant facilement trois doigts et en partie masquée par la muqueuse vésicale renversée et faisant hernie. Trois opérations, faites le 10 janvier, le 10 février et le 26 mai 1872, amenèrent également la guérison. Un accident fit échouer notre première tentative, mais la moitié de l'ouverture résultant de la perte de substance fut ensuite fermée, avec réduction de la muqueuse vésicale, et, après la troisième opération, la malade rendit parfaitement ses urines et avec elles le sang menstruel, sans aucune incommodité.

» Ces observations nous paraissent confirmer les propositions suivantes :

» 1° La situation la plus favorable à donner aux malades, pendant les manœuvres opératoires, est la situation appelée *pelv-dorsale*.

» 2° Le spéculum univalve, que nous avons présenté en 1857 et employé depuis cette époque, est celui dont l'usage est le plus avantageux et le plus commode.

» 3° Le succès dépend particulièrement de l'exactitude et de la régularité de l'avivement et les aiguilles tubulées et les fils d'argent facilitent beaucoup l'application des sutures.

» 4° Il n'est pas nécessaire de placer une sonde à demeure dans la vessie, et il ne faut recourir au cathétérisme que dans le cas où la miction ne peut s'accomplir spontanément, accident presque toujours borné aux premières heures de l'opération. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur une forme de cellules épidermiques qui paraît propre aux Cypéracées*. Note de **M. J. Duval-Jouve**, présentée par M. Duchartre.

« Depuis très-longtemps déjà on a décrit les diverses saillies que peut présenter la paroi externe des cellules épidermiques, tantôt soulevée en petites papilles ou en mamelons proéminents, tantôt enfin étirée pour constituer un poil simple ou même pour supporter un poil composé et rameux. Mais jusqu'à présent, à ma connaissance du moins, on n'a signalé, sur la paroi interne, ni saillie, ni différence de structure. C'est pourquoi je crois devoir signaler une forme particulière de cellules, que j'ai rencontrée dans l'épiderme des Cypéracées.

» Dans les chaumes du *Galilea mucronata*, L. (sub. *Schoenus*), les faisceaux fibro-vasculaires sont disposés en trois ou quatre cercles parallèles à la périphérie et chacun d'eux est enveloppé d'un cylindre de parenchyme vert. Entre chacun de ceux des cercles moyens et l'épiderme s'étend une bande longitudinale de tissu libériforme (prosenchymateux), laquelle est immédiatement recouverte par quatre ou cinq cellules épidermiques. Or, parmi ces dernières, celles qui correspondent au milieu de la bande, au nombre de une ou de deux, sont un peu en retrait sur les autres, et de leur paroi interne s'élève un cône très-élégant qui quelquefois s'avance jusqu'à toucher presque la paroi externe. Par des coupes longitudinales, tangentielles et radiales, on constate que ces cellules à fond unique constituent une ou deux lignes courant sur toute la longueur de chaque bande de prosenchyme; que chaque cellule de ces lignes a son cône et quelquefois même deux; qu'à sa base ce cône n'est pas circulaire, mais un peu ovale, le plus grand diamètre suivant la longueur de la tige; qu'autour de la base la paroi interne, au lieu de rester mince comme celle des autres cellules, s'épaissit fortement et forme comme une galette sur laquelle s'élève le cône. Ce renflement est plein comme le cône lui-même.

» En présence des réactifs, ce renflement et le cône se comportent comme les parois des autres cellules épidermiques. Par ébullition dans la potasse caustique, ils se gonflent extrêmement, ainsi que les autres parois.

» Les cellules à fond conique sont plus longues et plus régulières que celles du reste de l'épiderme qui recouvrent le tissu parenchymateux. J'ai vainement cherché à suivre le développement de ces cônes. Les cellules épidermiques très-jeunes et encore en voie de développement, contiennent

de très-gros nucléus; à ce moment, on ne trouve aucune trace de saillies coniques; mais on les voit aussitôt que les nucléus ont disparu.

» On voit les mêmes saillies à la face inférieure des feuilles, dont l'histotaxie est absolument identique à celle des tiges. Enfin sur les rhizomes de la même plante on voit, sous l'épiderme, des bandes de tissu prosenchymateux, et les cellules épidermiques recouvrant ce tissu sont un peu moins élevées que les autres, et quelques-unes portent aussi sur leur paroi interne une saillie conique, semblable, quoique un peu plus petite, à celles des tiges et des feuilles.

» Un certain nombre de Typhacées, de Joncées et de Graminées présentent aussi des cellules épidermiques recouvrant immédiatement des bandes de tissu prosenchymateux; mais, malgré des recherches souvent répétées, je n'ai pu y découvrir la moindre trace de ces saillies coniques; tandis que j'en ai constaté la présence sur *toutes* les Cypéracées que j'ai pu étudier vivantes (*Cladium Mariscus*, R. Br.; *Rhynchospara alba*, Vahl; *Fuirena pubescens*, Kunth.; *Eriophorum latifolium*, Hoppe; *E. angustifolium*, Roth.; *Scirpus maritimus*, L.; *S. Holoschoenus*, L.; *S. lacustris*, L.; *S. littoralis*, Schrad.; *Schœnus nigricans*, L.; *Galilea mucronata*, Parl.; *Cyperus longus*, L.; *C. serotinus*, Roth; *C. fuscus*, L.; *C. globosus*, All.; *C. Papyrus*, L.; *C. textilis*, Thunb.; *C. alternifolius*, L.; *Carex vulpina*, L.; *C. maxima*, Scop.; *C. distans*, L.; *C. extensa*, Good.; *C. Hordeistychon*, Vill.; *C. paludosa*, Good.; *C. hirta*, L., etc.). C'est trop peu sans doute pour oser affirmer que ces cellules se rencontrent sur toutes les Cypéracées sans exception, et qu'elles ne se rencontrent que dans cette famille; mais c'est assez pour permettre d'appeler l'attention des hommes compétents sur cette singulière organisation. »

GÉOLOGIE. — *Résumé des Phénomènes dont le volcan de Santorin a été le siége, à la fin de l'éruption de* 1866 (*de décembre* 1869 *au mois d'octobre* 1871). *Note de* **M. Gorceix**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Après cinq ans d'activité, le volcan de Santorin est de nouveau rentré dans une période de repos dont, depuis un siècle et demi, il venait de sortir en 1866 pour la première fois.

» Dans une première Communication (1) j'ai déjà donné quelques indications sur l'état de ce volcan au mois de décembre 1869.

(1) *Comptes rendus*, 15 février 1870.

» Au mois d'avril 1870, l'aspect général avait peu changé ; le cone Georges, qui subsistait seul depuis la disparition sous les coulées de lave de celui d'Aphroëssa, avait conservé la même hauteur de 118m,53.

» Le champignon de lave scoriacée qui en recouvrait le sommet au mois de décembre de l'année précédente avait été projeté tout autour du cratère, dans le milieu du mois de janvier; une nouvelle calotte s'était formée, de forme et de hauteur analogues à la précédente.

» L'intensité des éruptions et leur fréquence étaient restées les mêmes; mais le grondement qui les précédait était moins fort.

» Tantôt ces éruptions, accompagnées de vapeur d'eau, de ponce et de cendres noires, se succédaient presque sans interruption, tantôt elles étaient séparées par un intervalle de vingt à vingt-cinq minutes.

» Le 8 avril, de 9 heures du matin à 10 heures, j'ai compté huit de ces éruptions, ayant duré en moyenne de quatre à cinq minutes.

» Le 12 avril, j'ai pu faire une ascension au sommet même du cône, qui a conservé encore la même hauteur de 118 mètres; la calotte est un peu déplacée vers l'ouest, et les pierres qui la composent menacent le port Georges: une explosion est imminente.

» Le 19 avril cette explosion a lieu; sa violence est considérable: des blocs incandescents sont projetés à plus de 500 mètres et vont incendier deux bateaux refugiés dans les criques de Néa-Kaméni.

» Le champignon qui recouvre le cratère se reforme dès le lendemain et reprend bientôt son aspect primitif. Pendant quinze jours l'activité du volcan augmente, les éruptions sont plus fréquentes, les laves scoriacées sont projetées presque chaque jour.

» Du commencement de mai à la fin de juin, l'intensité des éruptions va au contraire en diminuant; le 30 juin, un violent tremblement de terre ébranle l'île tout entière et lézarde quelques maisons; une violente éruption le suit quelques jours après.

» Pendant le mois de juin, des sondages ont été faits par le bateau de guerre autrichien *la Préka*, et la carte ci-jointe a été dressée par les officiers de ce bâtiment.

» La hauteur du cône Georges, mesurée par une triangulation directe, a été trouvée de 118m,50; elle n'a pas varié depuis le mois de novembre 1867. Pendant cette période, les fumerolles étaient peu abondantes; elles se montraient principalement en M et N de la carte.

» En M, à 200 mètres environ du cône Georges, sur la coulée S.-E., la

température n'a guère varié de 110 à 120 degrés; les vapeurs étaient fortement acides. En N les vapeurs, beaucoup moins acides, avaient une température de 100 degrés; elles se montraient sur presque tout le revers de droite du ravin du cône Georges de la coulée de lave de l'est. Dans ces deux points, le papier à acétate de plomb n'indiquait pas de trace d'hydrogène sulfuré.

» A la pointe S.-E. en P, la lave était encore incandescente à la partie inférieure; de fréquents éboulements avaient lieu en ce point, et la coulée s'avançait encore peu à peu vers le S.-E., mais très-lentement.

» Sur la côte est, de P en Q, en deux ou trois points régnait une activité analogue à celle de la pointe; l'activité volcanique présentait d'ailleurs des variations continuelles en ces divers points.

» Le port de Tulcano, près des maisons ruinées construites au pied de l'ancien cône de Néa-Kaméni, le port Georges à l'ouest de l'île, celui de Saint-Nicolas dans Paléa-Kaméni, étaient le siége d'abondants dégagements gazeux.

» Les petites îles de Mai et de Réka, situées entre Paléa-Kaméni et la nouvelle Néa-Kaméni, conservent le même aspect; le canal qui sépare les deux Kaméni est encore praticable aux bateaux ne calant pas plus de 4 mètres.

» Au mois d'octobre 1871, depuis quelque temps déjà, il ne se produisait plus d'éruptions; le sommet du cratère, recouvert de gros blocs de lave, présente le même aspect que celui de 1707. Quelques fumées s'en échappent encore, mais elles sont formées presque complétement de vapeur d'eau venant se condenser au milieu des cendres qui couvrent le cône. En N les fumerolles sont encore actives; tout autour les pierres sont recouvertes de soufre; à la pointe S.-E., l'activité volcanique n'a pas non plus complétement cessé, mais a diminué.

» L'éruption est donc, je le crois, entrée dans sa dernière phase. Après nue période d'activité centrale considérable, de 1866 en 1867, s'est produite une diminution d'intensité de 1869 à 1870; et tandis que les vapeurs qui s'échappent du cône central sont peu acides, celles des fumerolles de la coulée latérale le sont encore fortement. Au mois d'octobre 1871, le point central n'est plus que le siége de fumerolles de quatrième ordre, et la coulée de lave semble en être encore à une période d'activité analogue à celle des solfatares. »

M. P. Guyot adresse une Note relative aux vapeurs contenues dans la fumée de tabac.

M. le baron J. Cloquet présente à l'Académie, de la part de l'auteur, un ouvrage en langue portugaise, intitulé : « Sommaire des faits les plus importants de clinique chirurgicale observés à l'hôpital militaire de la garnison de Rio-Janeiro, de l'année 1863 à l'année 1870, par le docteur *Fortes-de-Bustamente-Sa,* chirurgien en chef de cet hôpital. »

» L'ouvrage, imprimé avec soin, est fort au courant des connaissances modernes; il est accompagné de nombreuses et belles Planches d'anatomie pathologique, relatives surtout aux maladies des os, et lithographiées par un habile artiste brésilien, M. da Motta. L'auteur a dédié son ouvrage à S. M. l'empereur du Brésil, don Pedro II.

» L'Académie se rappelle avec quel intérêt ce savant souverain a suivi ses travaux, pendant son séjour à Paris, et elle accueillera favorablement un livre placé sous cet auguste patronage. »

A 6 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 juillet 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Rapport fait au nom de la Commission du Budget de 1873, *chargée d'examiner le projet de loi relatif à l'ouverture, sur l'exercice* 1873, *d'un crédit additionnel de* 100 000 *francs affecté à la détermination de la parallaxe du Soleil; par* M. Beulé, Membre de l'Assemblée nationale. Versailles, sans date; in-4°.

Bulletin de la Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire; XLII[e] année, XII[e] de la 3[e] série, 1871. Angers, 1871; in-8°.

Recherches thérapeutiques sur les substances et les alcaloïdes tirés de l'opium, etc.; par M. le D[r] Bouchut. Paris, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de thérapeutique médicale et chirurgicale.*)

Mémoire sur les horloges électriques présenté par M. C.-F. Mildé. Paris, 1872; br. in-4°.

Procès-verbal de la onzième séance de la Commission géodésique suisse, tenue à l'Observatoire de Neuchâtel le 5 *mai* 1872. Sans lieu ni date; br. in-12.

Comptes rendus des séances de la Conférence géodésique internationale pour la mesure des degrés en Europe, réunie à Vienne du 21 *au* 28 *septembre* 1871, *rédigés d'après des notes sténographiées, au nom de la Commission permanente; par* C. BRUHNS *et* A. HIRSCH. Neuchâtel, 1871; in-4°.

La variole et l'aliénation mentale pendant la guerre; par le Dr LAGARDELLE. Moulins, 1872; br. in-8°.

Note sur les plaies produites par les armes à feu; par M. MELSENS. Bruxelles, 1872; in-8°. (Extrait du Journal publié par la Société royale des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles.)

E. DIAMILLA-MULLER. *Rivista scientifica per l'anno* 1872; primo semestre, vol. I. Milano, 1872; in-12.

Sulla posizione del centro di gravità negli insetti e sulle ricerche sperimentali del sig. Plateau per determinarla; Relazione dell' ing. C. GUIDO-VIMERCATI. Firenze, sans date; br. in-8°.

Ulteriori osservazioni intorno al femore, alla tibia ed al metatarso di Æpyornis, del prof. cav. G. BIANCONI. Bologna, 1872; in-4°.

On the stresses of rigid arches, continuous beams, and curved structures; by W. BELL, *with an abstract of the discussion upon the paper,* edited by J. FORREST. London, 1872; in-8°.

On supersaturated saline solutions, etc.; by Ch. TOMLINSON and G. VAN DER MENSBRUGGHE. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Batavia, published by order of the Government of netherlands India; vol. I. Batavia, 1871; in-4°.

Lehrbuch der Geognosie; von Dr G.-F. NAUMANN; dritter Band, dritte Lieferung (Bogen 23-26). Leipzig, 1872; in-8°.

Schriften der Universität zu Kiel aus dem Jahre 1871; Band XVIII. Kiel, 1872; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 29 juillet 1872.)

Sur la carte qui représente la trajectoire présumée des deux bolides, près de l'extrémité supérieure de cette trajectoire, *au lieu de* Saint-Chnant, *lisez* Saint-Amand.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AOUT 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. CHEVREUL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président, après la lecture du procès-verbal, rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. Delaunay, décédé à Cherbourg le 5 août, et se fait en quelques mots l'interprète des sentiments qu'inspire à l'Académie l'événement fatal et imprévu qui l'a si inopinément ravi à la Science. Les obsèques ont eu lieu à Paris le vendredi 9 août.

THERMODYNAMIQUE. — *Suite aux applications du nouveau théorème de Mécanique générale à l'équilibre des gaz, présentées dans la séance du 29 juillet; par* **M. Yvon Villarceau.**

« Les résultats obtenus dans les applications du nouveau théorème sont relatifs à une masse gazeuse de la constitution la plus élémentaire qu'on puisse imaginer; ils supposent une homogénéité tout à fait idéale, telle que serait celle d'un gaz dont chaque molécule ne contiendrait qu'un seul atome. Or, comme la valeur du rapport des deux chaleurs spécifiques qu'on en déduit ne s'accorde pas d'assez près avec les observations, il faut reconnaître qu'une pareille constitution des gaz ne se rencontre pas dans la nature. Nous allons montrer que, si l'on tient compte de la complexité plus ou moins grande de la constitution des molécules, on arrive aisément à faire concorder la théorie avec l'expérience.

» Soient μ l'une des masses élémentaires, de même nature chimique ou de nature différente dont se compose une molécule gazeuse; ρ la distance de μ au centre de gravité de la molécule dont elle fait partie; m_1 la masse totale $\Sigma\mu$ de la molécule; x_1, y_1, z_1, r_1, v_1 les coordonnées, le rayon vecteur et la vitesse du centre de gravité. Nous ferons dépendre l'homogénéité et la densité du gaz, non pas de la manière dont sont réparties les masses μ, mais de la répartition des masses m_1 des molécules. Conformément aux idées reçues, nous supposerons les distances des molécules assez grandes, relativement à leurs dimensions, pour que leurs actions mutuelles se réduisent à des forces dirigées suivant les droites qui joignent leurs centres de gravité.

» Dans ces conditions, l'équation (10), applicable au mouvement de centre de gravité d'un système d'atomes, prendra la forme

$$(20) \qquad m_1 v_1^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2 m_1 r_1^2}{dt^2} - (x_1 X_1 + y_1 Y_1 + z_1 Z_1).$$

» Soient f_1 la force qui s'exerce entre deux molécules, et Δ_1 leur distance; on trouvera que la demi-somme d'équations pareilles à la précédente, étant étendue à un système de molécules, devient

$$\Sigma \tfrac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{4}\frac{d^2 \Sigma m_1 r_1^2}{dt^2} + \tfrac{1}{2}\Sigma f_1 \Delta_1 - \tfrac{1}{2}\Sigma R_1 r_1 \cos(R_1, r_1),$$

formule analogue à celle de l'équation (8), et dans laquelle R_1 désigne la résultante des forces extérieures au système, qui sollicitent la masse m_1. Enfin, dans le cas d'une masse gazeuse homogène et en équilibre, le dernier terme de cette formule est égal à $\frac{3}{2}\varpi V$, ϖ désignant la pression et V le volume. On a donc

$$(21) \qquad \Sigma \tfrac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{4}\frac{d^2 \Sigma m_1 r_1^2}{dt^2} + \tfrac{1}{2}\Sigma f_1 \Delta_1 + \tfrac{3}{2}\varpi V;$$

et il est clair qu'en vertu de la densité supposée uniforme la valeur de $\Sigma m_1 r_1^2$ est une constante, et que l'on doit avoir simplement

$$(22) \qquad \Sigma \tfrac{1}{2} m_1 v_1^2 = \tfrac{1}{2}\Sigma f_1 \Delta_1 + \tfrac{3}{2}\varpi V.$$

» Il est difficile, avons-nous dit, de se prononcer sur le degré de petitesse d'une quantité telle que $\Sigma f_1 \Delta_1$; cependant il est clair que, sous l'influence d'une variation $d\theta$ de température, le volume V restant constant, $\Sigma f_1 \Delta_1$ ne doit subir aucun changement : on a donc

$$(23) \qquad d\Sigma \tfrac{1}{2} m_1 v_1^2 = \tfrac{3}{2} V d\varpi.$$

» D'autre part, appliquons à la masse considérée l'équation des forces vives, notre équation (15) deviendra

$$(24) \qquad d\Sigma\tfrac{1}{2}mv^2 = \mathrm{E}c\,d\theta.$$

» De ces équations et de la relation

$$\mathrm{V}\,d\varpi = \alpha\varpi_0\mathrm{V}_0\,d\theta,$$

on tire

$$\frac{d\Sigma\frac{1}{2}m_1v_1^2}{d\Sigma\frac{1}{2}mv^2} = \frac{3}{2}\,\frac{\alpha\varpi_0\mathrm{V}_0}{\mathrm{E}c},$$

ou, en vertu de l'équation (18),

$$\frac{d\Sigma\frac{1}{2}m_1v_1^2}{d\Sigma\frac{1}{2}mv^2} = \frac{3}{2}\left(\frac{\mathrm{C}}{c} - 1\right).$$

» Enfin on observera que, le second membre de cette expression étant une constante, et les deux espèces de forces vives étant censées avoir zéro pour limite simultanée, on peut remplacer le rapport de leurs différentielles par celui des forces vives elles-mêmes. Il s'ensuit

$$(25) \qquad \frac{\Sigma\frac{1}{2}m_1v_1^2}{\Sigma\frac{1}{2}mv^2} = \frac{3}{2}\left(\frac{\mathrm{C}}{c} - 1\right),$$

relation obtenue par d'autres méthodes. Pour arriver à ce résultat, on suppose ordinairement nulles les forces f et f_1; tandis qu'ici on n'a considéré comme telles que la variation de $\Sigma f_1\Delta_1$ et le travail moléculaire $\Sigma\int f d\Delta$ (*).

» Le rapport entre les forces vives de translation et les forces vives réelles peut être exprimé en fonction des forces mutuelles qui s'exercent entre les atomes.

» En effet, nous avons établi, dans la Note du 29 juillet, la relation

$$\Sigma m w^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2\Sigma m\rho^2}{dt^2} + \Sigma f\Delta - \Sigma(\mathrm{X}\xi + \mathrm{Y}\eta + \mathrm{Z}\zeta),$$

dans laquelle X, Y, Z désignent les composantes des forces extérieures au système qui sollicitent m. Appliquons cette relation au mouvement des atomes qui composent une molécule : en vertu de l'hypothèse faite sur la distance des molécules, le dernier terme de la formule précédente s'annu-

(*) Conformément à l'usage, on a fait abstraction de ce travail; autrement on eût dû en conserver la partie $\Sigma f\varphi d\delta$, qui ne s'annule pas évidemment dans le cas d'un volume constant.

lera (*), excepté pour les masses contiguës à l'enveloppe de la masse gazeuse. Pour distinguer les actions entre les atomes d'une molécule, nous remplacerons $\Sigma f\Delta$ par $\Sigma\varphi\delta$, et l'équation précédente, appliquée à un groupe d'atomes, deviendra

$$\Sigma\tfrac{1}{2}\mu w^2 = \frac{1}{4}\frac{d^2\Sigma\mu\rho^2}{dt^2} + \tfrac{1}{2}\Sigma\varphi\delta,$$

quantité qu'il suffira d'ajouter à la force vive de translation de la molécule m_1 pour obtenir sa force vive totale. En faisant la somme de pareilles expressions étendues à toutes les molécules, on aura

$$(26) \qquad \Sigma\tfrac{1}{2}mv^2 = \Sigma\tfrac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{4}\frac{d^2\Sigma\Sigma\mu\rho^2}{dt^2} + \tfrac{1}{2}\Sigma\Sigma\varphi\delta,$$

et l'erreur commise en y comprenant les molécules voisines des parois de l'enveloppe sera négligeable dès que le volume total acquerra des dimensions sensibles.

» Cette relation entre les forces vives réelles et les forces vives de translation n'a pas été indiquée jusqu'ici, du moins à notre connaissance; elle fixe les idées sur la nature de la différence qui existe entre les deux forces vives, dans les gaz homogènes en équilibre apparent, et montre, eu égard à la relation (25), que le rapport de la somme des deux derniers termes de l'équation (26) à la force vive totale est une constante pour chaque gaz.

» Si l'on revient au cas idéal que nous avons considéré dans la Note précédente, on trouve que les deux derniers termes de l'équation (26) sont égaux à zéro; d'où l'on déduit, pour ce cas, l'égalité entre les deux forces vives, et, suivant l'équation (25), une valeur du rapport $\frac{C}{c}$ des deux chaleurs spécifiques égal à $\frac{5}{3}$. De ce que cette valeur ne coïncide pas avec les observations, il faut conclure que ce cas idéal ne répond à aucune réalité physique; en d'autres termes, que les molécules des gaz réputés simples sont composées de plusieurs atomes. Cette conséquence est d'accord avec les résultats obtenus par M. Clausius. Pour comprendre dans une même théorie les diverses combinaisons gazeuses, il faut admettre que chaque molécule d'un gaz simple est formée de quatre atomes. On peut consulter, pour plus de développements sur ce sujet, l'important ouvrage que M. Briot a publié sous le titre de : *Théorie mécanique de la chaleur.* »

(*) X, par exemple, sera une constante pour tous les atomes μ, et $\Sigma X\xi$ prendra la forme $k\Sigma\mu\xi$, quantité nulle pour chaque molécule en particulier.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces orthogonales* (suite); *par* **M. A. Cayley.**

« Les expressions de P_1, P_2,... contiennent les dérivées du troisième ordre $\frac{d^3x}{dp^3} = x_6$, $\frac{d^3x}{dp^2dq} = x_7$, $\frac{d^3x}{dp\,dq^2} = x_8$, $\frac{d^3x}{dq^3} = x_9$,....

» En formant les dérivées des équations $23 + 14 = 0$, $15 + 24 = 0$ par rapport à p et q respectivement, on obtient

$$\begin{aligned} 17 + 26 + \ \ 2.34 \ \ &= 0,\\ 18 + 27 + 35 + 44 &= 0,\\ 19 + 28 + \ \ 2.45 \ \ &= 0. \end{aligned}$$

On obtient alors

$$\begin{aligned} P_1 = &- 2x_1(44 + 17) + 2x_2(34 + 17)\\ &- 4x_3.24 - 2x_4.14 - 2x_5.13 - x_6.22 - x_8.11, \end{aligned}$$

et de là la somme P_1x_2 est

$$= -2.22(34+17) - 4.23.24 - 2.24.14 - 2.25.13 - 26.22 - 28.11,$$

ou, ce qui est la même chose,

$$P_1x_2 = -22.17 - 11.28 + 2.14.24 - 2.25.13.$$

On a de même

$$\begin{aligned} P_2 = &- 2.x_1(45 + 28) - 2.x_2(44 + 18)\\ &- 2x_3.25 - 2x_4.24 - 4x_5.14 - x_7.22 - x_9.11, \end{aligned}$$

et de là la somme P_2x_1 est

$$= -2.11(45+28) - 2.13.25 - 2.14.24 - 4.15.14 - 17.22 - 19.11,$$

ou, ce qui est la même chose,

$$P_2x_1 = -22.17 - 11.28 + 2.14.24 - 2.25.13 (= P_1x_2);$$

on a donc

$$P_1x_2 + P_2x_1 = -2.22.17 - 2.11.28 + 4.14.24 - 4.25.13.$$

On obtient sans peine les autres sommes

$$\begin{gathered} P'x_2 = 0, \quad P''x_2 + P'x_1 = -2.11.22, \quad P''x_1 = 0,\\ Px_1 = -11.24 - 22.13, \quad Px_2 = -11.25 - 22.14, \end{gathered}$$

et l'on a ainsi

$$\begin{aligned}A_1 x_2 + A_2 x_2 = \lambda(&-2.11.28 - 2.22.17 + 4.14.24 - 4.25.13)\\ &+\lambda_1(-3.11.25 - 2.22.14 - 22.23)\\ &+\lambda_2(-2.11.24 - 11.15 - 3.22.13)\\ &+\lambda_4(-2.11.22).\end{aligned}$$

» L'équation en λ est

$$A_1 x_2 + A_2 x_1 + 2\lambda X_1 X_2 + \lambda_1 XX_2 + \lambda_2 XX_1 = 0,$$

et l'on obtient sans peine

$$\begin{aligned}X_1 X_2 &= 11.45 + 22.34 + 3.14.24 + 25.13,\\ XX_2 &= 11.25 + 22.14,\\ XX_1 &= 11.24 + 22.13.\end{aligned}$$

Donc enfin l'équation en λ est

$$\begin{aligned}\lambda[11(-28+45) + 22(-17+34) + 3.14.24 - 25.13]&\\ -\lambda_1.11.25 - \lambda_2.22.13 - \lambda_4.11.22 = 0.&\end{aligned}$$

Cette équation est vérifiée par la valeur $R = \frac{1}{V}\left(V = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}\right)$; en effet, en dénotant pour un moment le premier coefficient par Λ, l'équation à vérifier est

$$\Lambda V^2 + 11.25.XX_1 + 22.13.XX_2 + (X^2.X_1X_2 + X^2.XX_4 - 3.XX_1.XX_2) = 0,$$

c'est-à-dire

$$\begin{aligned}11.22\Lambda + 11.25(22.13 + 11.24) + 22.13(22.14 + 11.25)&\\ + 11.22(11.45 + 22.34 + 3.14.24 + 24.13 + XX_4)&\\ - 3(22.13 + 11.24)(22.14 + 11.25) = 0,&\end{aligned}$$

et l'on remarque qu'il n'y a ici que les termes $-2(11^2.24.25 + 22^2.13.24)$ qui ne contiennent pas le facteur 11.22.

» Savoir, l'équation est de la forme

$$11.22\Omega - 2(11^2.24.25 + 22^2.13.14) = 0;$$

mais, des équations mentionnées $123.124 = 0$ et $125.124 = 0$, on obtient

$$\begin{aligned}22^2.13.14 &= 11.22(22.34 + 14.24),\\ 11^2.24.25 &= 11.22(11.45 + 14.24).\end{aligned}$$

Donc l'équation entière contient le facteur 11.22 et, en l'écartant, elle devient

$$\Omega - 2(11.45 + 22.34 + 2.14.24) = 0.$$

On a

$$\Omega = 11.(-28 + 2.45) + 22(-17 + 2.34) - 25.13 + 3.14.24 + XX_4;$$

l'équation est donc

$$-11.28 - 22.17 - 25.13 - 14.25 + XX_4 = 0;$$

et l'on vérifie sans peine que la valeur de XX_4 est actuellement

$$XX_4 = 11.28 + 22.17 + 25.13 + 14.24.$$

» Donc, en écrivant $\lambda = \frac{\rho}{V}$, l'équation en ρ ne contiendra que les termes en ρ_1, ρ_2, ρ_4. En effet, l'équation devient

$$-11.25\frac{\rho_1}{V} - 22.13\frac{\rho_2}{V} - V^2\left(\frac{\rho_4}{V} - \frac{\rho_1}{V^3}XX_2 - \frac{\rho_2}{V^3}XX_1\right),$$

où, comme auparavant, XX_1 dénote $XX_1 + YY_1 + ZZ_1$, et de même XX_2 dénote $XX_2 + YY_2 + ZZ_2$. Nous avons déjà trouvé

$$XX_1 = 22.13 + 11.24, \quad XX_2 = 22.14 + 11.25;$$

l'équation devient ainsi

$$11.22\rho_4 - 14.22\rho_1 - 24.11\rho_2 = 0.$$

» Savoir, cette équation est

$$2\frac{d^2\rho}{dp\,dq} - \frac{1}{E}\frac{dE}{dq}\frac{d\rho}{dp} - \frac{1}{G}\frac{dG}{dp}\frac{d\rho}{dq} = 0.$$

» Pour compléter la solution, il convient d'exprimer A, B, C en termes de ρ. Nous avons

$$A = \lambda(-2x_1.24 - 2.x_2.14 - x_3.22 - x_5.11) - \lambda_1 x_1.22 - \lambda_2 x_2.11.$$

» Substituant la valeur $\lambda = \frac{\rho}{V}$, le coefficient de ρ est

$$\frac{1}{V}(-2x_2.24 - 2x_2.14 - x_3.22 - x_5.11) + \frac{1}{V^3}(x_1.22XX_1 + x_2.11.XX_2)$$
$$= \frac{1}{V^3}[11.22(-2x_1.24 - 2x_2.14 - x_3.22 - x_5.11)$$
$$+ x_1.22(13.22 + 24.11) + x_2.11(14.22 + 25.11)],$$

ou, ce qui est la même chose

$$\frac{1}{V^3}[x_1.22(22.13+11.15)+x_2.11(11.25+22.23)$$
$$-11.22(x_3.22+x_5.11)].$$

» Le terme entre [ ] est fonction linéaire de $x_3, y_3, z_3, x_5, y_5, z_5$, et en réunissant les termes qui contiennent ces quantités respectivement, on le réduit sans peine à la forme

$$X[11(Xx_5+Yy_5+Zz_5)+22(Xx_3+Yy_3+Zz_3)],$$

ou, ce qui est la même chose

$$X(11.125+22.123).$$

Nous avons donc

$$A=-\frac{\rho X}{V^3}(11.125+22.123)-\frac{1}{V}(x_1\rho_1.22+x_2\rho_2.11).$$

Nous avons

$$11=E,\quad 22=G,\quad V=\sqrt{EG};$$

donc, en écrivant, pour abréger,

$$-\frac{\rho}{EG\sqrt{EG}}(11.125+22.123)=\theta',$$

la valeur est

$$A=\theta' X-\frac{1}{\sqrt{EG}}\left(G\frac{dx}{dp}\frac{d\rho}{dp}+E\frac{dx}{dq}\frac{d\rho}{dq}\right),$$

avec des expressions semblables pour B et C. Dans les expressions $2d=\frac{\rho}{\sqrt{EG}}(\theta X+A)\ldots$, la fonction θ' se combine avec la fonction arbitraire θ, de manière qu'il serait permis de remplacer $\theta+\theta'$ par un seul symbole θ, mais je retiens $\theta+\theta'$.

» Donc, enfin, les expressions de ξ, η, ζ deviennent

$$\xi=x+\frac{\rho X}{\sqrt{EG}}r+\frac{1}{2}\left[\frac{(\theta+\theta')\rho X}{\sqrt{EG}}-\frac{\rho}{EG}\left(G\frac{dx}{dp}\frac{d\rho}{dp}+E\frac{dx}{dq}\frac{d\rho}{dq}\right)\right]r^2+\ldots,$$

$$\eta=y+\frac{\rho Y}{\sqrt{EG}}r+\frac{1}{2}\left[\frac{(\theta+\theta')\rho Y}{\sqrt{EG}}-\frac{\rho}{EG}\left(G\frac{dy}{dp}\frac{d\rho}{dp}+E\frac{dy}{dq}\frac{d\rho}{dq}\right)\right]r^2+\ldots,$$

$$\zeta=z+\frac{\rho Z}{\sqrt{EG}}r+\frac{1}{2}\left[\frac{(\theta+\theta')\rho Z}{\sqrt{EG}}-\frac{\rho}{EG}\left(G\frac{dz}{dp}\frac{d\rho}{dp}+E\frac{dz}{dq}\frac{d\rho}{dq}\right)\right]r^2+\ldots.$$

Je remarque que l'on satisfait à toutes les conditions en prenant $\rho = \text{const.}$ (ou, ce qui est la même chose, $\rho = 1$), $\theta + \theta' = 0$: cela donne

$$\xi,\ \eta,\ \zeta = x + \frac{rX}{\sqrt{EG}},\quad y = \frac{rY}{\sqrt{EG}},\quad z = \frac{rZ}{\sqrt{EG}};$$

savoir, la famille est ici celle des surfaces parallèles à la surface donnée. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline* (suite); *évaluation et répartition du travail dans les solutions salines* (deuxième Partie). Note de **MM. P.-A. Favre** et **C.-A. Valson.**

« Nous allons signaler quelques conséquences qui semblent découler naturellement des considérations émises par nous dans notre dernière Communication (1).

» Lorsqu'un sel se dissout dans l'eau, il y a absorption d'une quantité de chaleur plus ou moins considérable, comme nous l'avons montré en prenant pour exemple le sulfate de sodium anhydre ou hydraté. Si l'eau se contractait sous l'influence, soit d'un abaissement de température, soit d'une pression mécanique extérieure, la chaleur rendue libre serait dégagée, en totalité, sous la forme de calorique sensible. Au contraire, dans le cas d'une dissolution, elle est absorbée en partie ou en totalité par le sel qui peut même en exiger davantage, et est comme emmagasinée à l'état latent. On ne peut observer à l'aide du calorimètre, la chaleur ou le froid, que par la différence entre deux effets thermiques contraires qui interviennent, et cette différence, lorsqu'elle est positive, est en quelque sorte le résidu non utilisé de la réaction.

» La chaleur rendue disponible par la contraction de l'eau est employée, en premier lieu, à fondre le corps solide qui se dissout, et est transformée en chaleur latente dans ce changement d'état. Une autre partie est employée dans la réaction du sel fondu et du dissolvant, et, dans les cas que nous avons étudiés, elle est absorbée par le corps qui se dissout.

» Cette absorption est manifeste, par exemple, dans le cas où le corps qui se dissout est déjà à l'état liquide, comme cela se produit dans le mélange avec l'eau, des acides sulfurique et acétique concentrés, de l'alcool et d'autres substances encore. En effet, ces substances, en se mélangeant

(1) *Comptes rendus*, séance du 5 août 1872.

avec l'eau, dégagent une quantité de chaleur de beaucoup inférieure à celle qui correspond à la contraction du dissolvant. On est donc ainsi conduit à admettre que la différence est retenue par le corps qui se dissout pendant sa réaction sur l'eau.

» En partant de cette conséquence de l'expérience, on se trouve conduit à envisager d'une manière générale le phénomène des combinaisons chimiques à un point de vue nouveau qui paraît mériter d'être approfondi. Sauf certaines exceptions rares, tout phénomène de combinaison est accompagné d'un dégagement de chaleur apparent; mais, comme dans les cas précédents, le nombre de calories observées ne représenterait pas la chaleur totale mise en jeu : ce serait simplement une différence entre les quantités de chaleur afférentes à chacune des deux substances qui se combinent, l'une jouant, en quelque sorte, le rôle actif et cédant de la chaleur, l'autre jouant le rôle passif et recevant au contraire de la chaleur. Pour la dissolution dans l'eau, par exemple, des substances étudiées, l'eau joue le rôle actif et cède de la chaleur au corps qui se dissout, celui-ci jouant le rôle passif et recevant la totalité ou seulement une partie de la chaleur qui provient du corps actif. Dans la plupart des combinaisons chimiques, le corps passif ne reçoit qu'une partie de la chaleur dégagée, et le reste devient libre sous forme de chaleur extérieure ou sensible. Dans d'autres combinaisons (dans la formation des composés explosifs, par exemple, telle que celle du protoxyde d'azote), les choses se passent comme dans la dissolution, dans l'eau, du sulfate de sodium hydraté, c'est-à-dire que la substance passive exige plus de chaleur que ne peut lui en céder la substance active, et alors la réaction est accompagnée d'une production extérieure de froid.

» On a comparé quelquefois les actions moléculaires aux actions et réactions qui s'établissent entre des ressorts inégalement tendus. Sans vouloir pousser trop loin une analogie que nous nous proposons d'étudier expérimentalement, il nous sera, dès maintenant, permis de remarquer que, en se plaçant au point de vue qui vient d'être développé, on peut se faire une idée des réactions que les corps exercent les uns sur les autres, en considérant les molécules mises en présence comme des ressorts, à des états de tension différents, qui cherchent à se mettre en équilibre. Le ressort le plus tendu se détendra pour céder à celui qui l'est moins une partie plus ou moins considérable de sa force vive, de manière à déterminer un état d'équilibre final qui s'établirait, tantôt en satisfaisant à la loi de continuité, tantôt en donnant lieu à des changements brusques d'état.

Nous devons toutefois remarquer que, tout en acceptant cette manière de voir, il resterait encore à rendre compte des quantités de chaleur, positives ou négatives, qui sont accusées par le calorimètre et qui ont leur source dans la réaction elle-même, ou qui peuvent être empruntées de toute autre manière au corps mis en présence.

» Signalons encore une conséquence à laquelle on arrive en interprétant le phénomène des dissolutions salines au double point de vue de l'espace et des effets thermiques. L'un de nous a constaté (1) que, si l'on compare entre elles des solutions salines suffisamment étendues et composées de la même manière (renfermant, par exemple, 1 équivalent de sel, exprimé en grammes, dissous dans un litre d'eau), chacun des radicaux salins accroît la densité de la solution, par rapport à l'eau, d'une quantité fixe ou *module*, qui reste la même pour chaque radical, et demeure indépendante de l'autre radical associé. Si l'on essaye d'interpréter ce résultat en se plaçant dans l'ordre d'idées que nous venons de développer, on arrive aux conséquences suivantes :

» Chaque radical salin produit sur le dissolvant une contraction de volume qui lui est propre; or cette contraction constante de volume correspond de la part du dissolvant à une cession de calorique également constante ; de sorte que, dans la formation des solutions salines, chaque radical salin emprunte au dissolvant une quantité de chaleur qui est toujours la même, qui reste indépendante du second radical associé et qui constitue son *module thermique*.

» Ce résultat trouve sa confirmation dans le principe, signalé par l'un de nous, de la thermoneutralité des sels, en vertu duquel différents sels, mis successivement en dissolution dans une même quantité d'eau, se comportent de la même manière, au point de vue thermique, que s'ils étaient dissous séparément, les différents radicaux salins se trouvant dans une indifférence complète, les uns par rapport aux autres, de manière qu'on ne peut pas dire qu'un des radicaux métalloïdiques est associé à l'un des radicaux métalliques plutôt qu'à un autre.

» Remarquons encore qu'on arrive à des conclusions analogues lorsque l'on étudie les solutions salines au point de vue des actions capillaires. L'un de nous, en effet, a montré (2) qu'il existe pour les solutions salines, préparées dans les conditions indiquées plus haut, des modules capillaires tout

(1) *Comptes rendus*, séance du 17 août 1871.
(2) *Comptes rendus*, séance du 9 mai 1870.

à fait semblables aux modules des densités. Il a montré également (1) que, pour les mêmes solutions, le produit de la densité par la hauteur capillaire, prise toujours dans un tube de même diamètre, reste sensiblement constant. Il résulte de la première proposition que, dans ces solutions, chaque radical métalloïdique ou métallique affecte toujours de la même manière l'action capillaire, quel que soit l'autre radical auquel il est associé, et de la seconde proposition il résulte qu'il existe une relation intime entre les actions capillaires, d'une part, et de l'autre les densités ou les volumes, et, par suite, d'après ce que nous avons expliqué, une relation entre ces mêmes actions capillaires et les effets thermiques.

» L'ensemble des résultats auxquels nous sommes déjà parvenus dans nos recherches sur les dissolutions salines montrent l'intérêt qu'il y a, pour les phénomènes de l'ordre chimique, à étudier en même temps les divers phénomènes de l'ordre physique qui les accompagnent. Les analogies nombreuses qui se présentent à chaque instant dans cette étude sont une preuve nouvelle des liens intimes qui rattachent la Chimie à la Physique, et que les travaux modernes tendent de plus en plus à mettre en évidence. »

ASTRONOMIE. — *Étoiles filantes des* 9, 10 *et* 11 *août* 1872. Note communiquée, au nom des observateurs des diverses stations, par **MM. Le Verrier** et **Wolf.**

« Le Conseil de l'Association scientifique de France a décidé que les observations des étoiles filantes seraient continuées en août 1872 et nous a chargés de coordonner le travail.

» Les stations qui ont pris part aux observations sont à peu près les mêmes que dans le passé. Une partie d'entre elles possèdent des chronomètres. Les stations de Chartres, Saint-Lo et Grenoble ont reçu des chronomètres de la marine, grâce à l'obligeance de notre confrère M. l'amiral Jurien de la Gravière. M. le Ministre de l'Instruction publique a fait don d'un chronomètre de Bréguet à l'École normale de Barcelonnette, pour reconnaître le zèle avec lequel cette École se livre aux observations depuis plusieurs années.

» Les chronomètres des diverses stations ont été comparés télégraphiquement, conformément à une instruction donnée par M. Pierret, directeur général des lignes télégraphiques. MM. les employés de tous les bureaux

(1) *Comptes rendus*, séance du 8 janvier 1872.

y ont mis une extrême obligeance qui a assuré le succès de l'opération. Les signaux ont été donnés : de Bordeaux, par M. LESPIAULT; de Lyon, par M. LAFON; de Marseille, par M. STEPHAN; de Paris, par MM. LE VERRIER et WOLF.

» Les observateurs ont été munis des planisphères construits par M. Le Verrier.

» Passons en revue les résultats obtenus dans chacun des postes du réseau, autant que nous les connaissons dès à présent pour la France et l'Italie, nos collègues d'au delà des Alpes ayant bien voulu, comme dans le passé, se joindre à nous.

» *Alexandrie.* — M. PARNIZETTI a compté 454 étoiles la première nuit; 1167 la seconde (dont 272 relevées); 421 la troisième nuit.

» *Barcelonnette.* — M. GIRAUD et les élèves maîtres ont observé et enregistré 621 étoiles dans la première nuit, 886 dans la seconde, 456 dans la troisième.

» *Bordeaux.* — MM. LESPIAULT, SÉRÉ,... ont été contrariés par le mauvais temps, qui n'a permis d'observer qu'une dizaine d'étoiles dans la troisième nuit; du reste ces mauvaises conditions atmosphériques ont été générales dans l'ouest et dans le nord.

» *Chartres.* — M. PERSON et les élèves maîtres de l'École normale ont observé 350 étoiles dans la troisième nuit.

» *Dijon.* — MM. TARRY, BAZIN, SUQUET, NAUDOT, CHAPERON, COUTURIER, SAGOT ont observé 112 étoiles dans la première nuit et 107 dans la troisième. Ces étoiles, dit M. Tarry, arrivaient par paquets. Dans la première nuit, à $3^h 15^m$ environ, heure de Paris, un point lumineux sans mouvement apparent s'est épanoui en un globe ayant $\frac{1}{3}$ de degré de diamètre; il a vivement éclairé le ciel.

» *Gênes.* — M. GARIBALDI a observé : première nuit, 260 étoiles, dont 146 Perséides; les autres se mouvaient de tous les côtés; belle aurore boréale à 14 heures; deuxième nuit, mauvais temps, lumière aurorale à 10 heures; troisième nuit, 101 étoiles, lueur aurorale.

» *Grenoble.* — MM. PH. BRETON,... ont observé : seconde nuit, 100 étoiles.

» *Le Mans.* — MM. MARTIN, de PONTON D'AMÉCOURT,... n'ont pu observer que 48 étoiles dans la troisième nuit.

» *Morée.* — M. FAUCHEUX a observé, dans la troisième nuit, 62 étoiles, dont 25 Perséides.

» *Lyon.* — M. LAFON, seul observateur à Lyon, n'a pu observer qu'une trentaine d'étoiles dans la première nuit et une vingtaine dans la troisième.

» *Marseille.* — MM. STEPHAN,... ont observé : première nuit, 164 étoiles; deuxième nuit, 170 étoiles. M. Stephan dit que, dans cette deuxième nuit, le point radiant était dans le Cygne; on a remarqué une lueur aurorale. M. Stephan a déterminé un certain nombre de positions au moyen du petit équatorial, privé de son objectif et de son oculaire, et a trouvé ce moyen commode et précis.

» *Moncalieri*. — MM. Denza,... ont compté : première nuit, 723 étoiles (179 relevées); deuxième nuit, 1095 (280 relevées); troisième nuit, 231 (96 relevées).

» *Montpellier*. — MM. Crova, Diacon, Ardin-Delteil, Collot, Dussours, Henneguy, Moitessier, Seguy ont observé : première nuit, 237 étoiles; deuxième nuit, 358, dont 4 bolides; troisième nuit, temps couvert.

» *Nice*. — MM. Fasci,... ont observé : première nuit, 140 étoiles; deuxième nuit, 15.

» *Orange*. — M. Borrelly y a été envoyé par M. Stephan, avec la permission du Ministre de l'Instruction publique. MM. Borrelly, Imbert, Pelissier, Arnauld, Crégu ont observé : première nuit, 621 étoiles; deuxième nuit, 547.

» *Paris*. — MM. Tremeschini, Ed. Rauber et Is. Lamette ont observé : deuxième nuit, 101 étoiles; troisième nuit, 145, dont un magnifique bolide; quelques étoiles ont décrit des courbes remarquables; la majorité absolue, dit M. Tremeschini au sujet de cette troisième nuit, ne venait pas des Perséides.

» *Rochefort*. — MM. Simon, Courbebaisse ont observé : troisième nuit, 130 étoiles, et en ont laissé échapper au moins quatre fois autant.

» *Rouen*. — M. Gully. Les deux premières nuits couvertes; troisième nuit, 131 étoiles.

» *Sainte-Honorine-du-Fay*. — MM. Lebreton, Macle et Lesoif ont observé, dans la troisième nuit et en cinq heures de temps, 135 étoiles avec une machine parallactique.

» *Saint-Lo*. — MM. Delaplanche, Guilmin et les élèves maîtres : les deux premières nuits couvertes; troisième nuit, 25 étoiles seulement.

» *Trémont*. — MM. Lemosy, Magnien ont observé : première nuit,... deuxième nuit, 70 étoiles; troisième nuit, 74 étoiles.

» *Turin*. — M. Dorna a observé : première nuit, 127 étoiles; belle aurore à 13 heures; deuxième nuit, 334 étoiles, dont 210 relevées; lumière aurorale de minuit à 3 heures; troisième nuit, presque couverte, 54 étoiles.

» On se souvient qu'il s'en fallait de beaucoup en novembre que les étoiles vinssent toutes de la constellation du Lion, et que les observateurs ont noté des points radiants dans le Taureau, les Gémeaux, etc. Des écarts analogues, quoique sur une moindre échelle, semblent s'être présentés dans le passage d'août. A Gênes, près de la moitié des étoiles viennent de directions quelconques. M. Stephan, à Marseille, signale que, dans la troisième nuit, le point radiant était dans le Cygne. A Paris, M. Tremeschini trouve que la majorité des étoiles de cette troisième nuit ne vient pas de Persée. Nous reviendrons sur ces divers points, à mesure que les observateurs les auront mieux fait connaître par leurs lettres. Nous n'avons en ce moment que des télégrammes.

» Au mois de novembre dernier, nous avions l'honneur de dire à l'Académie que l'ensemble des observations serait imprimé, afin que chacun pût prendre au travail de discussion et d'étude la part qui lui conviendrait. Cet engagement a été rempli pour toutes les observations qui nous ont

été transmises à l'état de réduction. Nous avons l'avantage de présenter à l'Académie ce travail, qui comprend vingt-trois feuilles d'impression.

» Les astronomes, dans leur réunion de Montpellier, ont décidé que, pour la discussion des observations communes, on emploirait la méthode proposée par M. le colonel Goulier, et exposée par lui dans notre Bulletin spécial, p. 67. Cette méthode, toutefois, ne peut plus servir quand les astres sont élevés de moins de 10 degrés au-dessus de l'horizon. Dans ce cas, on emploiera les méthodes qui ont été suivies par MM. Lespiault et Stephan.

» Le Conseil de l'Association a chargé :

» 1° M. Goulier de la construction des cartes de son système; 2° M. Lespiault de l'instruction pour la méthode à suivre quand les trajectoires sont peu élevées au-dessus de l'horizon; 3° M. Wolf de la coordination ultérieure de l'ensemble des travaux. Il y a donc lieu d'espérer que la discussion des observations communes pourra marcher rapidement. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Grand'Eury, *intitulé : « Flore carbonifère du département de la Loire »* (1).

(Commissaires : MM. Tulasne, Daubrée; Brongniart, rapporteur.)

« Le travail dont nous avons à faire connaître les résultats importants pour la connaissance de la végétation de l'époque houillère a été remis à l'Académie en 1869, et présentait déjà à cette époque un ensemble considérable d'observations intéressantes, recueillies par l'auteur dans le bassin houiller de Saint-Étienne. Mais M. Grand'Eury, les poursuivant avec un zèle et une persévérance dont il faut lui savoir gré, a désiré que nous n'en entretenions l'Académie que lorsqu'il en aurait complété autant que possible l'ensemble, et donné aux résultats de ses recherches une plus grande certitude.

» La flore de l'époque houillère, correspondant à la formation des grands dépôts de charbon que l'ancien monde nous a légués, est, sans aucun doute, la plus intéressante à étudier, car elle remonte jusqu'à l'origine du règne végétal; elle diffère profondément de la végétation qui couvre actuellement notre globe, et cependant elle paraît soumise aux mêmes lois

(1) L'Académie a décidé que ce Rapport et le suivant, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, seraient insérés en entier aux *Comptes rendus*.

générales d'organisation et se rattache d'une manière plus ou moins directe à quelques-unes des formes qui existent encore de nos jours, ainsi que le montrent les études, déjà si nombreuses, faites sur ce sujet, et que le démontre encore plus complétement le grand travail dont nous avons à rendre compte à l'Académie.

» Dans leur état actuel, les recherches de M. Grand'Eury ne constituent pas un simple mémoire, mais un ouvrage considérable qui embrasse l'étude de tous les végétaux fossiles du bassin houiller de Saint-Étienne, considérés au point de vue de leur organisation, de leur détermination générique et spécifique et de leurs rapports stratigraphiques.

» Cette étude du bassin houiller de Saint-Étienne offre d'autant plus d'intérêt que ce bassin correspond à une époque géologique fort différente de celle des houilles exploitées sur beaucoup d'autres points et qu'il offre une flore bien distincte, à plusieurs égards, de celle des terrains houillers du nord de la France et de la Loire-Inférieure.

» Les formations carbonifères anciennes ne se rapportent pas, en effet, à une seule époque; mais on a reconnu parmi elles des positions géologiques très-différentes qui offrent des différences également très-prononcées dans l'ensemble des végétaux qui leur ont donné naissance; et pour ne parler que des terrains houillers de la France, on doit reconnaître que ceux de l'ouest de notre pays, compris dans les départements de Maine-et-Loire et de la Loire-Inférieure, placés à la limite du terrain dévonien, sont les plus anciens; que ceux des départements du Nord, qui paraissent contemporains de ceux de la Belgique, de l'Angleterre et de la plupart de ceux de l'Allemagne, viennent ensuite, et enfin que ceux qui entourent le massif central de la France sont les plus récents et touchent, dans quelques cas, au terrain permien, qui forme la limite supérieure du terrain houiller.

» Dans l'ensemble de ces terrains houillers supérieurs, qui comprennent non-seulement les houillères de la Loire (Saint-Étienne et Rive-de-Gier), mais celles d'Alais, de Decazeville, de Commentry et même celles du Creusot, de Blanzy et des environs d'Autun, on doit, comme le fait remarquer M. Grand'Eury, reconnaître encore plusieurs époques distinctes et des étages successifs qui diffèrent les uns des autres, à plusieurs égards, par les végétaux qui s'y rencontrent.

» Ainsi le bassin de Rive-de-Gier, quoique très-voisin de celui de Saint-Étienne, appartient à un système de couches plus anciennes et renfermant des formes végétales souvent différentes.

» C'est le bassin propre de Saint-Étienne et les couches de houille nom-

breuses qu'il renferme qui ont fait l'objet spécial des études de M. Grand' Eury, dont les recherches cependant se sont aussi étendues aux houillères de Rive-de-Gier, qui lui ont souvent fourni des matériaux utiles.

» Les études botaniques de ce savant embrassent les formes si diverses qui constituent cette flore du bassin houiller stéphanais, mais on ne sera pas étonné de l'absence complète ou presque complète de certains groupes végétaux qui appartiennent plus spécialement à l'époque moyenne ou inférieure de cette grande période carbonifère.

» Ceux qui ont donné naissance aux houilles de Saint-Étienne sont assez nombreux pour avoir suffi amplement aux recherches de M. Grand'Eury.

» Nous ne pouvons pas évidemment le suivre dans tous les développements qu'il a donnés à plusieurs points de ce vaste ensemble : les limites nécessaires de ce Rapport ne le permettraient pas; mais nous allons chercher à signaler les résultats nouveaux auxquels les recherches multipliées de ce savant l'ont conduit sur plusieurs des groupes les plus importants de la flore houillère.

» Les Fougères, comme on le sait, constituent la famille la plus nombreuse en espèces, de formes très-variées, de cette ancienne végétation; elles ont été recueillies, classées et dénommées avec soin depuis longtemps, et l'on pourrait croire qu'il ne reste presque rien à faire à leur sujet. On a cru d'abord que la plupart d'entre elles pouvaient être rapportées aux genres existant actuellement, ou du moins en être très-rapprochées. On s'est bientôt aperçu cependant que beaucoup de formes encore existantes manquaient entièrement à cette époque; puis, lorsqu'on a trouvé des traces suffisamment caractérisées de leurs fructifications, on a vu que beaucoup de celles que la forme de leurs frondes stériles rapprochaient de quelques-uns des genres actuels en différaient notablement par ces caractères essentiels et devaient même être rapportées à des tribus très-différentes de cette grande famille.

» M. Grand'Eury a déterminé l'ensemble des espèces qui croissaient pendant le dépôt des couches de houille de Saint-Étienne et leur répartition dans chacune d'elles ; mais il a surtout fait des observations très-intéressantes sur celles du groupe des Neuroptéridées, comprenant les genres *Neuropteris* et *Odontopteris*. Il a constaté en effet que les frondes de la plupart de ces plantes avaient des dimensions énormes, et que nous n'en voyons habituellement que les dernières divisions garnies de leurs pinnules foliacées; mais, par des réunions et des reconstitutions dont les diverses

parties ont été observées sur la nature, il est arrivé à rétablir des frondes qui devaient avoir jusqu'à 5 à 6 mètres de longueur et dont les pétioles à leur base avaient, à l'état comprimé, jusqu'à $0^m,30$ et même $0^m,40$ de largeur. Ces pétioles donnent naissance à des rameaux d'un très-grand volume, plusieurs fois subdivisés et se terminent par des portions de frondes appartenant aux *Odontopteris intermedia* et *minor*.

» Ces pétioles et les rachis produisent en outre, sur une de leurs faces, des frondes accessoires sessiles très-courtes, et qu'on retrouve également sur les pétioles des *Neuropteris*, où elles constituent cette forme de feuilles qui avait été désignée sous le nom de *Cyclopteris*, et surtout de *Nephropteris*. Ces feuilles accessoires, d'une forme anomale, naissant sur les pétioles ou le rachis de ces feuilles, déjà reconnues il y a quelques années sur quelques *Neuropteris*, se retrouvent, sous une forme très-différente, dans quelques Fougères actuelles.

» Ces pétioles énormes, aplatis par la pression, striés en long, sont réduits à une lame si mince, qu'ils ont été quelquefois pris pour des feuilles et rattachés aux *Noggerathia*. Ils paraissent avoir contenu de nombreux et minces faisceaux vasculaires peu résistants, presque toujours détruits sur les échantillons aplatis que M. Grand'Eury désignait par le nom d'*Aulacopteris*.

» Mais ces mêmes organes se présentent aussi sous forme de tiges cylindriques charbonnées, dans cet état spécial que l'on compare au fusain, et l'on voit alors que les faisceaux fibro-vasculaires mieux conservés renferment des vaisseaux scalariformes comme ceux des Fougères. Il résulterait de ces observations délicates, mais qui paraissent très-exactes, que ces gros pétioles d'*Odontopteris* auraient, non pas la structure de ceux des Fougères ordinaires, mais une organisation que nous retrouvons presque identique dans les pétioles énormes de certaines Fougères actuelles de la tribu des Marattiées, dans les *Angiopteris* en particulier.

» Les *Odontopteris* étaient au nombre des Fougères sur lesquelles on n'avait jamais aperçu aucune trace de fructification. M. Grand'Eury a eu l'heureuse chance de trouver un petit fragment d'une de ces feuilles offrant des indices évidents de fructifications. Ces fructifications consistent en de petits tubercules placés sur chaque nervure, très-près de son extrémité, et paraissent formées par un sporange solitaire, ovale, très-petit, semblable à un de ceux qui forment les groupes de sporanges, occupant la même position dans les *Angiopteris* actuels.

» Tout semble donc s'accorder pour nous prouver que ces grandes Fou-

gères, et probablement également les *Neuropteris* qui leur sont si étroitement liés, sont des fougères de la tribu des Marattiées, dont les espèces actuellement vivantes se rapprochent du reste beaucoup, par leur port et par la dimension gigantesque de leurs frondes, de ces genres anciens. Il est probable que ces frondes naissaient, comme celles des *Angiopteris* et des *Marattia* actuels, de souches volumineuses et charnues dont on n'a trouvé jusqu'à ce jour aucun reste.

» Mais il y a dans ces mêmes terrains des tiges de Fougères arborescentes dressées et plus ou moins élevées, présentant souvent à leur surface des cicatrices pétiolaires qui, par leur dimension et leur structure, ne peuvent pas appartenir aux plantes précédentes : ce sont celles qu'on a désignées sous les noms de *Caulopteris*, de *Protopteris* et sous celui de *Psaronius*, lorsqu'on n'a connu que leur organisation interne conservée à l'état silicifié. On les a signalées depuis longtemps à cet état silicifié dans les parties supérieures du terrain houiller en Allemagne, et elles abondent à l'état disséminé dans le sol aux environs d'Autun, localité où l'on retrouve à l'état silicifié beaucoup des végétaux du terrain houiller du bassin de Saint-Étienne.

» Ces tiges, rarement signalées jusqu'à présent dans les couches houillères proprement dites, ont été observées fréquemment par M. Grand'-Eury sous la forme de tiges dressées, en partie carbonisées, dans les grès qui recouvrent les couches de houille à Saint-Étienne.

» Ce savant observateur y a reconnu deux formes bien distinctes qu'indiquaient déjà les échantillons silicifiés. Dans toutes on distingue un axe vasculaire, parcouru par des bandes diversement repliées de vaisseaux scalariformes, sans enveloppe ligneuse spéciale, ce qui les distingue de toutes nos tiges de fougères arborescentes actuelles, mais les rapproche des souches des Marattiées ; car, comme le fait remarquer M. Grand'Eury, avec le port des Cyathéacées elles ont une structure plus ou moins analogue à celle des Marattiées. Dans les unes, cet axe constitue la tige tout entière et montre des cicatrices pétiolaires analogues à celles des *Caulopteris* et de nos fougères en arbre, et les racines adventives nombreuses qui en naissent, enveloppant cette tige de toute part, forment une sorte de cône à leur base et s'étalent au loin dans le sol qui les portait. C'est ce que M. Grand'Eury a observé sur les couches du grès houiller exploitées à ciel ouvert aux environs de Saint-Étienne, et ce qu'il a décrit dans sa Notice sur les forêts houillères. Sauf la structure interne de leur axe, ces tiges sont en tout semblables à celles des Fougères arborescentes actuelles. D'après ce qu'il a observé sur les cicatrices foliaires, M. Grand'Eury croit qu'on ne

doit pas distinguer les *Protopteris* des *Caulopteris*, mais qu'on doit former un genre spécial, *Ptychopteris*, du *Caulopteris macrodiscus* et de quelques autres espèces. D'autres tiges présentent un axe vasculaire semblable, quoique généralement plus petit, entouré, comme chez beaucoup de *Psaronius* silicifiés, d'une première enveloppe ou gaîne fibreuse, et plus extérieurement d'une écorce cellulaire très-épaisse, dans laquelle descendent de nombreuses racines adventives, parallèles, serrées, presque contiguës, très-grêles, et qui constituent, à l'état charbonné en fusain ou sidérifié, ce que M. Grand'Eury désignait sous le nom de *Tubiculites;* il en a bien fait connaître la structure ainsi que celle du tissu dans lequel elles sont plongées, structure qui s'accorde avec ce qu'on avait observé dans les *Psaronius* silicifiés. Le tout est circonscrit par une zone extérieure carbonisée, qui devait correspondre à la surface de la tige, mais sur laquelle on n'a pas observé les cicatrices des bases des feuilles. Souvent des racines sorties de l'intérieur de l'écorce l'enveloppent en partie et en masquent la surface. On remarque, en outre, que ces racines devenues extérieures sont plus grosses et moins régulières. M. Grand'Eury a constaté dans plusieurs cas les dimensions en grosseur et en longueur de ces diverses formes de tiges de Fougères; il indique les modifications d'organisation qu'elles paraissent présenter dans leurs diverses parties et le mode remarquable d'expansion de leurs racines, s'étendant sur une longueur de plusieurs mètres, tout autour de leurs bases, et s'étalant de la même manière, mais à diverses hauteurs, à mesure que ces tiges encore dressées étaient enfouies par le sable que les anciennes alluvions amenaient autour d'elles. Ses dessins, représentant les uns la nature telle qu'on peut l'observer, les autres des restitutions basées sur ces observations, nous montrent ce que devaient être ces végétaux remarquables; ils prouvent que si ces *Caulopteris* et ces *Psaronius*, qui ne sont que des états différents des mêmes plantes, se rattachent évidemment à la grande famille des Fougères, ils appartiennent à des genres et probablement à des tribus différents de nos Fougères arborescentes actuelles.

» La flore de la période houillère, outre les Fougères, comprend dans l'embranchement des Cryptogames acrogènes des Lycopodiacées et des Équisétacées. Les Lycopodiacées, représentées par les *Lepidodendron*, que tous les botanistes reconnaissent pour des Lycopodiacées arborescentes, manquent presque complétement à Saint-Étienne; elles sont fort rares à Rive-de-Gier, car elles caractérisent plus spécialement les terrains houillers anciens et moyens; elles n'ont été l'objet d'aucune observation importante de la part de M. Grand'Eury.

» Les Équisétacées, au contraire, sont très-abondantes dans le bassin qui nous occupe, et ont été le sujet de recherches d'autant plus intéressantes de la part de ce savant, qu'elles conduisent à mieux établir la distinction des vraies Calamites et des Calamodendrées, que votre rapporteur avait séparées les unes des autres, et qu'il croit de plus en plus devoir éloigner. Un grand nombre d'observations suivies sur beaucoup de points où les grès houillers et quelques couches même de houille sont exploitées à ciel ouvert a permis à M. Grand'Eury de suivre les vraies Calamites dans le développement de toutes leurs parties : il a vu des rhizomes rampants, articulés, ou des bases de tiges dressées, donnant naissance à de nombreuses racines et produisant, comme nos *Equisetum* actuels, des tiges droites, sortant de l'ancien sol, s'élevant tantôt presque simples, tantôt plus ou moins ramifiées, suivant les espèces, et se terminant alors dans les *Calamites Cistii* et *ramosus* par de petits rameaux n'ayant quelquefois que quelques millimètres de diamètre; il a constaté que, sur aucun point de leur étendue, ni les grosses tiges, ni les rameaux les plus déliés ne présentaient d'indices soit de gaînes, soit d'appendices d'aucune sorte naissant sur leurs articulations. Les séries de petits tubercules qu'on voit souvent autour de ces articulations ne sont pas des cicatrices indiquant l'insertion d'organes caducs, mais plutôt des indices d'organes constamment avortés. Cette zone superficielle des Calamites a présenté, en outre, des caractères d'organisation qui jusqu'à présent avaient échappé aux autres observateurs. M. Grand'Eury a reconnu sur plusieurs tiges de Calamites dressées et non altérées par la compression que cette couche charbonnée et mince, qui présente à l'extérieur les stries ou sillons qui caractérisent ces tiges, était doublée à l'intérieur et à très-petite distance par une couche d'un tissu lisse et continu, sorte d'épiderme interne, qui tapisse la grande cavité des tiges de ces plantes; c'est entre l'épiderme externe et cette couche interne que se trouverait toute l'épaisseur des parois de la tige des Calamites présentant un tissu fibreux assez résistant, de petites lacunes limitées par des cloisons longitudinales, et quelques vaisseaux scalariformes ou poreux, dont on voit les indices sur les échantillons les mieux conservés. A la hauteur des articulations, on trouve souvent l'indication des diaphragmes qui divisaient la cavité centrale de la tige. Cette organisation est fort différente, à bien des égards, de celle qui a été signalée, il y a trente ans, par le Dr Petzholdt chez la plupart des Calamites, dans lesquelles il avait observé des traces de structure interne. Cette différence provient-elle de la nature de ces espèces, mal caractérisées extérieurement et probablement différentes,

ou de l'âge des individus? L'organisation observée par le savant allemand rattache d'ailleurs également ces fossiles aux Équisétacées, et dans l'un de ses échantillons, sur lequel il insiste peu, la structure est tout à fait semblable à celle qu'a observée M. Grand'Eury.

» Suivant M. Grand'Eury, d'accord en cela avec M. Petzholdt, on ne voit jamais à l'intérieur de ces tiges aucune trace d'un axe formé de tissu plus résistant; rien qui indique l'existence d'un axe ligneux, dont la destruction serait bien étonnante, lorsque d'autres tissus moins résistants sont bien conservés. Tout s'accorde donc pour faire considérer les Calamites comme des plantes herbacées fistuleuses qui, malgré leur grande dimension, auraient eu tous les caractères d'organisation essentielle de nos *Equisetum*, mais seraient dépourvues de gaînes et de toute espèce d'organes appendiculaires, et rappelleraient à ce point de vue les grands Cierges de la famille des Cactées.

» Malgré des recherches assidues, l'habile explorateur des couches de Saint-Étienne n'a pu découvrir les fructifications de ces végétaux.

» Quelques traces de petits chatons carbonisés se sont montrées sur des rameaux, mais tellement altérées, qu'on ne peut rien dire de leur structure; on peut seulement affirmer que les fructifications qu'on leur a quelquefois attribuées n'appartiennent pas à de vrais *Calamites*, mais à cet autre groupe de végétaux qu'on a confondu avec elles et que nous allons examiner sous le nom de *Calamodendrées*.

» Ces plantes, qui paraissent avoir été toutes arborescentes, se présentent le plus souvent sous la forme de tiges marquées d'articulations, ou plutôt d'anneaux transversaux dont l'intervalle est sillonné par des stries parallèles, qui les ont fait confondre avec les *Calamites;* mais elles se distinguent de celles-ci :

» 1° Parce que les jeunes tiges et les rameaux portent des feuilles verticillées;

» 2° Parce que leurs tiges renferment un axe ou cylindre ligneux, entourant une large moelle.

» Pour ne pas affirmer d'une manière trop positive les liens qui unissent les diverses parties de ces végétaux, M. Grand'Eury, se conformant à ce qu'on a été obligé de faire souvent dans la paléontologie végétale, et qui disparaîtra au fur et à mesure des progrès de cette science, a donné souvent des noms génériques provisoires à ces divers organes d'un même végétal.

» Sous le nom de *Calamophyllite*, il désigne des tiges portant de longues euilles étroites, verticillées, dressées et souvent appliquées contre la tige.

» Lorsque ces feuilles sont tombées, la tige montre, à la place de chaque verticille, une série de cicatrices elliptiques, allongées dans le sens transversal, portant au centre un point qui indique un faisceau vasculaire et qui distingue ces cicatrices des tubercules qui accompagnent les articulations des vraies *Calamites*.

» Les grandes cicatrices qui indiquent la position des rameaux verticillés en diffèrent également par leur position au-dessus des verticilles foliaires et non sur la ligne même de l'articulation, et ne permettent pas de confondre ces tiges avec celles des *Calamites*.

» Les rameaux qui en naissent ont tous les caractères des *Asterophyllites*, et l'on ne peut pas séparer ces deux formes d'un même végétal. Les feuilles de ces rameaux diffèrent un peu par leur dimension et leur direction de celles des tiges ou rameaux principaux; mais quand on connaît les différences qui existent entre les feuilles, soit à divers âges, soit sur des rameaux différents dans plusieurs genres de Conifères, on ne peut attribuer aucune valeur, même spécifique, à ces différences.

» Ces tiges ne présentent pas les cannelures superficielles régulières des *Calamites*, mais seulement des stries assez vagues, et montrent souvent à l'intérieur des restes d'un tissu ligneux charbonné, entourant un noyau calamitoïde qui devait correspondre à la moelle, organisation très-différente de celle des vraies *Calamites* et qui se rattache aux tiges ligneuses des Calamodendrées.

» C'est en effet dans les tiges ligneuses qui constituent les *Calamodendron* que cette différence se montre de la manière la plus prononcée.

» Les Calamodendrées, longtemps confondues avec les *Calamites*, à cause de la forme articulée et sillonnée en long que présentent les portions de leurs tiges, qu'on rencontre habituellement, sont rapportées à deux genres distincts : les *Calamodendron* et les *Arthropytis*, d'après des différences secondaires dans la nature et la disposition des tissus qui constituent leur zone ligneuse, différences sur lesquelles nous ne saurions insister.

» Dans ces plantes on a le plus souvent considéré comme des *Calamites* un noyau minéral qui a rempli la cavité d'une moelle très-volumineuse, dont la surface externe, appliquée contre la paroi formée par la zone ligneuse, présente des sillons longitudinaux correspondant à l'extrémité interne des lames fibro-vasculaires rayonnantes qui constituent cette zone ligneuse et qui, en s'anastomosant à la hauteur des verticilles foliaires, déterminent l'apparence d'une articulation semblable à celle des *Calamites*. Ce fait a été reconnu par presque tous les observateurs modernes, et l'ana-

tomie de ces parties a été particulièrement l'objet de recherches intéressantes de la part de M. Binney et de M. Williamson. Cette apparence calamitoïde du moule de la cavité médullaire se reproduit aussi dans d'autres cas à la surface externe du cylindre ligneux, lorsqu'il est bien conservé et que les rayons médullaires ne se sont pas multipliés et atténués vers l'extérieur. Cette apparence résulte également des lignes parallèles alternativement saillantes et creuses produites par des lames de tissu d'une résistance inégale, et par leur anastomose à chaque verticille. La surface de la tige elle-même, formée par une écorce charbonnée, ne présente au contraire aucun indice de ces sillons parallèles qui caractérisent les vraies *Calamites*.

Ces bois à l'état carbonisé, avec structure conservée, désignés vulgairement sous le nom de *fusain*, se trouvent en grande quantité dans les couches de houille de Saint-Étienne, surtout dans les plus supérieures; on les reconnaît bien au microscope, par la disposition en lames rayonnantes de natures diverses de leur tissu ligneux. En outre, l'existence du noyau médullaire calamitoïde les distingue de tous les autres bois de cette époque. Ils forment quelquefois des tiges d'une grande élévation, ainsi que M. Grand'Eury l'a constaté dans plusieurs cas; il en décrit plusieurs exemples, et un surtout où, sur une tige de 6 mètres de longueur et de $0^{m},30$ à $0^{m},40$ de diamètre, il a pu s'assurer des modifications de structure que cette tige éprouve à diverses hauteurs, dans le volume de l'énorme moelle qui en occupe le centre et simule une Calamite, et dans celui de la zone ligneuse et de l'écorce qui l'entoure. Sur d'autres tiges de Calamodendrées, M. Grand'Eury a vu de nombreuses et fortes racines adventives naître vers la partie inférieure de la tige, qui se terminait en outre par des racines divisées en grosses branches inégales.

De l'ensemble de ces observations, il paraît résulter qu'il existait à cette époque une famille de végétaux arborescents, dont les tiges, malgré la singularité de leur organisation, se rapprochaient surtout de celles des Dicotylédones gymnospermes, et dont les rameaux, représentés par les *Asterophyllites*, s'éloignaient peut-être moins qu'on ne le croirait de certaines Conifères.

Dans notre opinion, cette famille n'a pas plus de rapport avec les vraies Calamites et les Equisétacées que celles-ci n'en ont avec les *Casuarina* actuels; car, malgré une grande similitude extérieure entre les rameaux d'un *Casuarina* et ceux d'une Prêle, il n'est pas un botaniste qui soit disposé à admettre la moindre affinité entre ces végétaux. La présence d'un

cylindre ligneux et son accroissement successif sont des caractères appartenant exclusivement aux plantes dicotylédones. La disposition verticillée et la diversité des feuilles dans un même individu se montrent dans plusieurs Conifères, particulièrement parmi les Cupressinées et une nouvelle espèce de Conifère de la Nouvelle-Calédonie nous en offrait récemment un exemple frappant. Les rameaux stériles du *Frenela Balansæ* présentent des verticilles de 4 feuilles, longues de 2 à 3 centimètres, étroites comme celles de certains *Asterophyllites*, et les rameaux adultes ne portent que des feuilles réduites à des écailles de moins d'un millimètre. Que les feuilles soient disposées en plus grand nombre à chaque verticille, et une analogie extérieure assez marquée se présentera entre ces plantes et les *Asterophyllites*.

» On a objecté à ces rapports déjà indiqués entre les Calamodendrées et les Dicotylédones gymnospermes, que ces arbres fossiles avaient pour fructification des épis de sporanges. Ces fructifications ont été étudiées et décrites par M. Binney, comme appartenant à son *Calamodendron commune*. Déjà M. Ludwig (*Paléontograph.*, t. X) avait décrit des épis analogues, quoique beaucoup plus grands, et les avait considérés également comme des épis de *Calamites*, en admettant les relations de ces fructifications avec les *Asterophyllites* et par suite avec les Calamodendrées et non avec les vraies *Calamites*.

» On peut se demander si ces organes sont réellement des sporanges et non pas des anthères; s'ils sont les analogues des sporanges des *Equisetum*, ou s'ils ne seraient pas plutôt des anthères peltées semblables à celles des Taxinées.

» La dimension des échantillons figurés par M. Binney et dont il existe des analogues dans les roches siliceuses d'Autun est fort semblable à celles des chatons des *Taxus* et des genres voisins; ceux plus grands représentés par M. Ludwig rappellent par leur dimension les chatons mâles des *Araucaria*, dont certaines espèces ont des chatons qui atteignent 25 centimètres de long. Il y a sans doute des différences très-notables entre les chatons mâles de ces diverses Conifères et les épis attribués à ces *Calamodendron*, mais elles ne sont pas plus grandes que celles qui les distinguent des épis de sporanges des *Equisetum*, et ne peuvent pas être un motif pour classer ces arbres parmi les Cryptogames.

» Cette question des fructifications des Calamites et des Calamodendrées reste encore très-obscure; elle ne saurait décider du classement de ces derniers arbres parmi les Cryptogames, contrairement à toutes les raisons

tirées de la structure générale de leur tige qui les place parmi les Dicotylédones, près des Conifères et des Cycadées actuelles.

» Il en est de même d'un autre groupe remarquable sur lequel les observations de M. Grand'Eury ont répandu un jour tout nouveau ; les plantes qui le contituent ont été bien différemment appréciées à diverses époques. Le type de ce genre, d'abord signalé et figuré par Sternberg, sous le nom de *Flabellaria borassifolia*, était alors considéré comme une preuve de l'ancienne existence des Palmiers. Mieux étudié par Corda, il a été reconnu que la prétendue feuille flabelliforme, analogue à celle des *Borassus* et d'autres palmiers, était une tige terminée par un bouquet de feuilles simples à nervures fines et parallèles, et que ce rameau avait les caractères les plus essentiels d'une tige dicotylédone gymnosperme.

» Le *Flabellaria borassifolia* est devenu le type du genre *Cordaïtes*, consacré au savant qui l'avait mieux fait connaître. Par la structure de ses feuilles, un autre genre venait se placer près de celui-ci : c'est le genre *Noggerathia*, qui a pour type une feuille pinnée, des houillères de la Bohême, à folioles ressemblant à celles de certaines Cycadées actuelles et aux feuilles des *Cordaïtes*. On lui a rapporté toutes les feuilles pinnées ou paraissant représenter des folioles de feuilles pinnées à nervures fines, égales et parallèles, mais dont beaucoup sont probablement plutôt des *Cordaïtes*.

» M. Grand'Eury n'a trouvé que peu d'exemples de ces *Noggerathia* dans les couches de Saint-Étienne (il en distingue avec doute quatre espèces), mais ils suffiraient cependant pour expliquer la présence de certains fruits assez rares également, les *Rabdocarpus*, qu'on serait porté à considérer comme ceux des *Noggerathia*, rapport qui serait confirmé par l'observation toute récente, faite par M. Grand'Eury, de fruits de cette nature, réunis sur une sorte de rachis comme ceux des *Cordaïtes* ou peut-être comme ceux des *Cycas* sur la base des feuilles fructifères.

» Mais si les *Noggerathia* sont rares dans le bassin de Saint-Étienne, les *Cordaïtes* au contraire paraissent y être très-abondants, très-variés, et contribuer pour beaucoup à la formation de la houille. Ils présentent des feuilles de forme et de dimension très-diverses, depuis 2 à 3 centimètres de long jusqu'à une longueur de plus de 1 mètre. On peut rarement obtenir ces grandes feuilles dans leur entier; leur forme générale, leur taille et surtout les détails de la nervation permettent cependant d'en distinguer un assez grand nombre d'espèces; mais avant de fixer la limite de ces espèces, il faudra bien se rappeler combien les feuilles varient sur le même arbre dans les Conifères, dont ces feuilles paraissent se rappro-

cher. Ces feuilles sont toujours simples et très-entières, ovales ou plus souvent longuement lancéolées ou spatulées, à nervures fines, égales, parallèles, ou un peu divergentes à la base.

» Cette nervation est très-semblable à celles des folioles des *Noggerathia*, et de même que celles-ci rappellent celle des folioles des Zamiées, celle des *Cordaïtes* paraît très-analogue à celle des feuilles des *Dammara* et de certains *Podocarpus* parmi les Conifères. Les espèces à feuilles très-étroites, linéaires, souvent très-longues, ressemblant par leur forme générale à des feuilles de graminées, sont désignées par M. Grand'Eury sous le nom de *Poa-Cordaïtes*, et considérées par lui comme d'une nature assez différente des vraies *Cordaïtes* par suite de leur gisement et de leurs associations.

» Les feuilles des *Cordaïtes* ont été assez souvent trouvées fixées sur leurs rameaux, que M. Grand'Eury désigne sous le nom de *Cladiscus;* elles sont sessiles, mais toujours rétrécies à la base et non amplexicaules; elles sont caduques et laissent après leur chute une cicatrice transverse, tantôt étroite et linéaire, tantôt plus large, oblongue ou elliptique, marquée d'une rangée de séries de ponctuations vasculaires, qui distingue immédiatement ces cicatrices de celles des Sigillaires, et les fait ressembler à celles des *Dammara* de la végétation actuelle. Les rameaux qui portent ces feuilles sont très-divisés et forment des embranchements successifs à divisions alternes dressées ou étalées; au centre du cylindre ligneux se trouve une large moelle dont le pourtour, présentant des lames saillantes transversales, a donné lieu à une erreur semblable à celle qui a fait considérer comme des *Calamites* le moule de la cavité médullaire des *Calamodendrées;* pour les *Cordaïtes* on a pris le moule de leur cavité médulaire, marqué de sillons transversaux annulaires, ou anastomosés, pour des tiges de Monocotylédones, qui ont été désignées sous le nom de *Sternbergia* et plus tard sous celui d'*Artisia*. Ces prétendues tiges, bien reconnues depuis plusieurs années pour représenter la moelle de divers végétaux, ne paraissent pas appartenir exclusivement aux *Cordaïtes*, mais elles constituent un des caractères de leurs rameaux, car sur les vieilles tiges les sillons transversaux s'atténuent et la moelle perd de son caractère d'*Artisia*.

» Entre la surface extérieure des rameaux et des tiges de *Cordaïtes* et cet axe médullaire vide ou occupé par un tissu cellulaire lâche, remplacé par de la roche, se trouve une zone plus ou moins épaisse entièrement charbonnée, dans laquelle M. Grand'Eury a distingué deux couches concentriques : l'une corticale et l'autre ligneuse ; la première souvent très-épaisse et formée de lames parallèles à la surface externe, est composée

alternativement de lames d'un tissu fibreux ou cellulaire allongé dans le sens longitudinal, et de lames d'un tissu cellulaire disposé transversalement. Cette zone n'est traversée par aucun rayon médullaire et ne peut être assimilée qu'aux couches de certains tissus subéreux. Ce tissu, qui peut sur les vieilles tiges acquérir une grande épaisseur, se trouve souvent séparé en grandes plaques charbonneuses qui entrent pour une forte proportion dans la constitution des couches de houille. Entre cette enveloppe corticale et le noyau médullaire se trouve le bois, ordinairement beaucoup plus altéré que l'écorce, se présentant sous forme de fragments de fusain, dont M. Grand'Eury a pourtant pu apprécier au microscope quelques-uns des caractères les plus importants, qui le portent à considérer ce tissu ligneux comme ne différant pas de celui des bois silicifiés de cette époque qu'on a nommés *Dadoxylon*, et qu'on avait rapportés à la famille des Conifères.

» M. Grand'Eury signale bien quelques différences dans les divers bois de ces tiges de *Cordaïtes* qui pourraient indiquer des genres distincts; mais dans des observations de ce genre il faut bien faire la part des altérations que les tissus ont éprouvées et ne pas donner trop d'importance à des différences qui, d'après l'étude des bois silicifiés, peuvent se présenter dans les diverses parties plus ou moins modifiées d'un même échantillon.

» Tous ces bois ont une structure très-analogue à celle des bois des Conifères, et viennent ainsi confirmer l'analogie que leurs feuilles présentaient avec quelques arbres de cette famille.

» D'après l'ensemble des observations de M. Grand'Eury, les *Cordaïtes* étaient souvent de grands arbres de 20 à 30 mètres, et peut-être plus, d'élévation, à tige droite et nue, surmontée par des branches très-ramifiées, terminées chacune par un bouquet de longues feuilles rappelant par leur forme celles des *Yucca* et des *Dracœna*; ou dans d'autres cas, plus courtes, elliptiques et ressemblant d'une manière frappante par leur forme et leur nervation à celles du *Dammara ovata* et du *Dammara Brownii* des régions australes. Ces tiges se terminent inférieurement par des souches donnant naissance à de grosses racines ramifiées, exactement comme celles de nos arbres dicotylédonés.

» Pour compléter cette restitution, il faudrait connaître les organes de reproduction de ces arbres.

» Examinons les résultats des recherches de M. Grand'Eury à cet égard.

» Déjà depuis longtemps on a signalé dans le terrain houiller des empreintes qu'on a considérées comme des inflorescences, comparées par quelques auteurs à celles des plantes phanérogames de diverses familles,

Palmiers (Gœppert); Broméliacées (Lindley), etc. Goldenberg les a considérées comme des chatons mâles, et, d'après leur gisement, il les attribue à des fructifications de *Cordaïtes*. M. Grand'Eury en indique des formes très-diverses, dont il a vu quelques-unes sortir du milieu des feuilles de certains rameaux de *Cordaïtes*, et il est porté à admettre que les uns formant des épis distiques, portant de petits corps charnus, seraient des inflorescences femelles; les autres, donnant naissance à de nombreux petits rameaux secondaires, sortes de gemmes latérales, correspondraient à des chatons mâles.

» Cette dernière supposition nous paraît, d'après l'examen des échantillons, encore fort douteuse, rien n'indiquant la présence d'anthères et ces épis pouvant appartenir à une autre forme de fructifications femelles, propre à d'autres espèces ou à des genres différents. La première forme d'inflorescence porte à l'aisselle de bractées étroites, de jeunes graines; dans quelques cas, ces graines ont déjà pris un certain développement et rentrent dans la forme de quelques-uns des fruits que l'on a désignés sous le nom de *Cardiocarpus* ou de *Cyclocarpus*; fruits qui, avec de nombreuses modifications spécifiques, se rencontrent dans les mêmes couches, et sont ainsi en rapport avec les espèces nombreuses et très-variées de *Cordaïtes* reconnues dans ce terrain. M. Grand'Eury est donc conduit à considérer les fruits désignés sous ce nom de *Cardiocarpus*, dont on peut à peine distinguer ceux qu'on a nommés *Cyclocarpus*, comme les fruits de *Cordaïtes*. Cette opinion vient d'être confirmée par une observation d'un naturaliste écossais, M. Peach, insérée dans un numéro qui vient de paraître des *Transactions de la Société botanique d'Édimbourg*. Ce naturaliste a en effet trouvé des inflorescences tout à fait semblables, dit-il, à celles de l'*Antholites Pitcarniæ*, et sur l'une d'elles des fruits encore attachés d'un *Cardiocarpus*; le tout contenu dans les couches des mines de charbon de Falkirk, en Écosse, avec une grande abondance de feuilles de *Cordaïtes* (*Flabellaria borassifolia*, Sternb.)

» On peut donc considérer les arbres du genre *Cordaïtes* comme reconstitués dans leur ensemble, depuis les racines jusqu'aux rameaux et aux feuilles, avec leurs inflorescences jeunes et adultes, et peut-être mâles et femelles, et nous montrant la structure de leur écorce, de leur bois et de leur moelle.

» Quelles analogies ces diverses parties indiquent-elles? Les organes de la végétation semblent caractériser des arbres semblables aux *Dammara* et à certains *Podocarpus* (*P. latifolia*) de la classe des Conifères; les inflorescences et les graines semblent, d'un autre côté, pouvoir se rapporter à la

famille des Taxinées, appartenant à cette même classe. Qu'on suppose, en effet, l'espèce de capitule formé par les fleurs femelles d'un des *Cephalotaxus* du Japon, plus allongé, les bractées florifères plus espacées, et l'on aura l'inflorescence femelle d'un *Cordaïtes;* qu'on compare les nucules d'un *Taxus*, d'un *Torreya*, ou les graines drupacées d'un *Gingko* aux *Cardiocarpus* et aux *Cyclocarpus*, et l'on reconnaîtra une analogie très-marquée entre ces graines fossiles et celles de ces Taxinées; la forme de leur sommet et leur symétrie parfaite indiquant le plus souvent une graine orthotrope plus ou moins comprimée.

» D'autres formes de fruits, fréquents dans la plupart des terrains houillers et surtout à Saint-Étienne, où ils sont indiqués avec soin par M. Grand'-Eury, paraissent pour la plupart partager ce caractère de graines droites, orthotropes; se rapportent-elles aux formes diverses de *Cordaïtes*, ou plutôt appartiennent-elles à d'autres genres de la flore houillère qui rentreraient tous dans la même classe que les *Cordaïtes?* Les *Noggerathia* n'auraient-ils pas pour fruits les *Rhabdocarpus*, les *Sigillaria* les *Trigonocarpus*, les *Calamodendron* les *Samaropsis?* C'est ce que de nouvelles découvertes pourront seules établir, mais ce qu'on peut soupçonner sans donner pour le moment trop de valeur à ces attributions.

» Les Sigillariées, quoique moins fréquentes à Saint-Étienne que les familles précédentes, ont cependant donné lieu à des observations intéressantes.

» Les *Sigillaria* qui se présentent le plus souvent dans les couches de Saint-Étienne appartiennent à la section des *Leioderma* et des *Clathraria*, c'est-à-dire des *Sigillaria* dont la surface des tiges n'est pas marquée de côtes longitudinales avec cicatrices espacées. Parmi les premières, le *Sigillaria lepidodendrifolia* avec ses longues feuilles, souvent désignées comme des *Cyperites*, est le plus fréquent et présente des tiges de 3 mètres; parmi les secondes on trouve surtout le *Sigillaria Brardii*, que M. Grand'Eury a trouvé dans plusieurs localités sous forme de tiges encore couvertes de feuilles linéaires nombreuses, et portant des épis de fructifications. Malheureusement ces restes de fructifications sont tellement altérés dans les échantillons recueillis jusqu'à ce jour à Saint-Étienne, qu'on ne peut reconnaître leur véritable organisation. Dans des échantillons observés à Saarbrück, M. Goldenberg a cru voir des sporanges renfermant des Macrospores; ne sont-ce pas plutôt des écailles portant des anthères simples comme dans les Cycadées?

» L'organisation et le mode de végétation des tiges des Sigillariées

semble en effet devoir les classer parmi les Dicotylédones gymnospermes, près des Cycadées; leurs rameaux ont montré une structure exogène dont on n'a aucun exemple parmi les Cryptogames; leurs tiges donnent naissance, à leur base, à de grosses racines ramifiées s'étendant horizontalement, ayant un cylindre vasculaire et produisant de nombreuses radicelles simples ou bifurquées: ce sont les *Stigmaria*. M. Grand'Eury n'a pas eu l'occasion de voir des bases de tiges des vraies *Sigillaria* ni de constater leur relation avec les *Stigmaria*, fréquentes à Saint-Étienne; mais il a distingué, sous le nom de *Stigmariopsis*, une autre forme de racines fort analogues aux *Stigmaria* et qu'il considère comme les racines des *Syringodendron*, grandes tiges encore assez mal connues, mais dont il serait difficile de nier les rapports avec les *Sigillaria*, dont on les a longtemps considérés comme une simple altération.

» Ces *Syringodendron* ont été trouvés sous forme de tiges volumineuses dans leur position dressée et se continuant à leur base en de fortes racines ramifiées à la manière de celles des *Stigmariopsis*. Cette forme de racines, dont on ne trouve aucun exemple parmi les Cryptogames, qui paraît même incompatible avec le mode de développement de ces plantes qui ne produisent jamais que des racines adventives, vient à l'appui des observations sur la structure interne des tiges de ces végétaux, pour les ranger près des Cycadées et bien loin des Lycopodiacées, auxquelles quelques paléontologistes croient devoir les assimiler, en se fondant sur des observations bien incertaines sur la nature de leurs fructifications.

» Un dernier groupe complète la flore de l'époque houillère à Saint-Étienne; il comprend les plantes à feuilles verticillées, désignées souvent sous le nom d'*Astérophyllitées*, renfermant essentiellement les genres *Asterophyllites*, *Annularia* et *Sphenophyllum*.

» Les *Asterophyllites*, ou du moins la plupart d'entre elles, paraissent être les rameaux feuillés des *Calamodendron*. Quelques espèces cependant s'en distinguent peut-être et resteront auprès des *Annularia*. Celles-ci et les *Sphenophyllum* sont des plantes herbacées et probablement aquatiques, flottantes ou en partie submergées; les observations d'un grand nombre de paléontologistes ont bien établi, depuis quelques années, que les fructifications de ces plantes consistaient en longs épis formés de verticilles rapprochés de feuilles florales ou bractées, à l'aisselle desquelles on trouvait des corps arrondis dont la nature n'a pas été bien déterminée; ces épis avaient été désignés sous les noms de *Bruckmannia* et de *Wolkmannia*.

» M. Grand'Eury a trouvé l'*Annularia longifolia* fréquemment à Saint-

Étienne, et récemment il l'a encore rencontré, réuni à de nombreux et longs épis de ces fructifications connues sous le nom de *Bruckmannia tuberculata*. D'après lui, les conceptacles arrondis placés entre les verticilles de bractées seraient fixés à des pédicules naissant de la tige elle-même au milieu de l'intervalle qui sépare les verticilles et ne seraient pas réellement axillaires (1).

» A cet ensemble d'observations sur la structure générale et les affinités des principales formes de végétaux du terrain houiller de Saint-Étienne, M. Grand'Eury a joint un examen très-attentif des différences spécifiques qu'il signale dans son Mémoire et dans ses suppléments, et qui lui permettront de tracer avec précision le tableau de la végétation pendant cette période.

» Mais cette période, dont on ne saurait fixer la durée, comprend elle-même diverses époques successives correspondant au dépôt de chacune des couches de houille, et nous avons maintenant à signaler les résultats généraux des études de M. Grand'Eury sur la répartition des végétaux fossiles dans ces diverses couches du terrain houiller de Saint-Étienne, et, par conséquent, sur le mode de succession des différentes formes végétales pendant la période, probablement fort longue, de la formation des houilles de ce bassin.

» Les recherches de Paléontologie végétale si approfondies auxquelles M. Grand'Eury s'est livré avaient eu en effet pour but, à leur origine, de constater si la nature des végétaux fossiles qui accompagnent les cou-

---

(1) L'examen des échantillons qui nous ont été adressés par M. Grand'Eury nous a permis de constater un fait que nous croyons devoir consigner ici.

Ces épis montrent, renfermés dans quelques-uns des corps sphériques, placés entre les bractées verticillées, des corps qu'on a trouvés isolés en grande abondance dans ces mêmes couches, et qu'on a considérés comme des macrospores, appartenant à la fructification des *Sigillaria*. Ces macrospores bien caractérisés ont un peu plus d'un millimètre de diamètre et, d'après leur dimension et leur forme, on peut supposer qu'ils étaient renfermés au nombre de quatre dans chaque sporange; ils semblent se trouver surtout dans les sporanges placés vers la base des épis, soit que les macrospores des sporanges supérieurs, moins développés, ne fussent pas distincts, soit que ces sporanges supérieurs ne continssent que des microspores, comme cela a lieu dans les épis des *Lepidodendron* et des *Selaginella*. Ces plantes sont-elles l'origine unique des macrospores trouvés en grande quantité dans certaines couches du terrain houiller de Saint-Étienne, et doit-on leur attribuer ceux qu'on a trouvés en Allemagne et en Angleterre, et qui ont contribué à faire considérer les *Sigillaria* comme des plantes cryptogames voisines des *Lepidodendron*? C'est une question que l'examen de nouveaux épis de fructification de *Sigillaria* pourra seul résoudre. » Ad. B.

ches de houille ne permettraient pas de déterminer l'âge et la position de ces couches d'une manière indépendante de leurs relations stratigraphiques, résultat qui aurait une grande importance pour l'exploitation de la houille, surtout dans des terrains aussi accidentés que ceux du bassin de Saint-Étienne.

» Après avoir établi que l'ensemble des couches de ce bassin, ainsi que celles des autres terrains houillers du centre et du midi de la France, appartiennent à une période géologique plus récente que ceux du nord de la France et de la Belgique, et se lient intimement à la formation permienne qui leur succède immédiatement, M. Grand'Eury résume ainsi ce qui concerne spécialement le terrain houiller de Saint-Étienne à ce point de vue :

« L'inventaire fait dans le département de la Loire de tous les débris de plantes fossiles, à tous les niveaux et dans toute son étendue, dénote des changements lents, mais constants, de la flore, qui peuvent servir à caractériser des étages naturels.

» Le terrain de Rive-de-Gier est un étage ambigu, participant des flores supérieures stéphanaises et des flores inférieures septentrionales.

» Le système stéphanais lui-même appartient à divers étages établis sur des différences notables de flore et de végétation. Ces étages se manifestent également dans les autres bassins qui entourent le massif central de la France; ils sont naturels et permettent de déterminer avec beaucoup de certitude la position et l'âge relatif des terrains carbonifères du centre de la France. »

» A Saint-Étienne, les couches de houille exploitées sont au nombre de quinze et comptées de haut en bas, depuis celles du Treuil jusqu'à celles de la Chazotte et de Saint-Chamond, sans y comprendre quelques couches plus supérieures, à Rochette et à Avaize.

» Ces couches se succèdent quelquefois à peu d'intervalles, formant des sortes de faisceaux de couches séparés les uns des autres par de grandes épaisseurs (120 à 200 mètres) de terrain stérile, ou ne renfermant que de petites veines de charbon.

» Dans les couches inférieures, ce sont les *Cordaïtes* qui prédominent et donnent leur nom à cet étage.

» Dans les couches moyennes, les Fougères sont les végétaux les plus abondants et les plus variés.

» Les Calamites, les *Calamodendron*, les *Annularia* caractérisent plus particulièrement l'étage supérieur.

» Les Fougères, quoique prédominantes dans les couches moyennes, existent dans toutes; mais elles varient quant aux espèces et souvent quant

aux genres, et peuvent, par leur détermination exacte, fournir des indications précieuses pour établir la position des couches qui les renferment.

» M. Grand'Eury est parvenu ainsi à établir d'une manière plus certaine qu'on ne l'avait fait précédemment la position, dans la série générale, des couches exploitées dans les divers travaux isolés du bassin de Saint-Étienne.

» Par suite de cette étude approfondie de la flore fossile du département de la Loire et de l'examen des fossiles d'autres bassins houillers, ce savant ingénieur a pu assimiler aux divers étages du bassin de Saint-Étienne les couches de houille exploitées dans d'autres localités. Ainsi les mines de Brassac et celles de Blanzy correspondent, suivant lui, aux couches inférieures ou étage des *Cordaïtes* de Saint-Étienne. L'étage moyen, ou des Filicacées, se présente à Bessége (Gard), au Bousquet (Hérault), à Commentry (Allier). On retrouverait l'étage supérieur de Saint-Étienne à Saint-Bérain (Saône-et-Loire), et des couches peut-être plus récentes à Decazeville (Aveyron).

» Cette assimilation des diverses formations locales du terrain houiller de la France centrale aux différents étages d'un type bien étudié serait, sans aucun doute, une des applications les plus intéressantes de la Paléontologie végétale à la Géologie et à l'exploitation même des mines de houille.

» M. Grand'Eury se propose de compléter, par de nouvelles explorations de nos principaux bassins houillers, les résultats auxquels il est déjà parvenu, et qui concordent du reste parfaitement avec les notions plus ou moins étendues que nous possédions déjà sur la flore fossile de ces diverses localités.

» Nous n'avons pu dans ce Rapport, malgré son étendue, présenter qu'une analyse bien incomplète des points les plus importants traités par M. Grand-Eury, et nous avons été obligé de passer sous silence bien des considérations intéressantes exposées par lui; mais on voit qu'il résulte des recherches continuées avec tant de persévérance et de sagacité par M. Grand'Eury, une connaissance beaucoup plus complète de la végétation qui a produit les terrains houillers, et plus particulièrement ses étages supérieurs.

» Les Fougères arborescentes et les frondes gigantesques de certains genres de cette famille sont mieux connus dans l'ensemble de leur végétation et de leurs caractères.

» Les vraies Calamites sont complétement assimilées aux Équisétacées par l'observation de leur mode de végétation et de leur structure interne.

» Les Calamodendrées sont nettement distinguées des Calamites; elles sont plus complétement reconstruites dans leurs diverses parties et rattachées d'une manière plus certaine aux végétaux dicotylédonés voisins des Conifères et des Cycadées.

» Le genre des *Cordaïtes*, sur lequel on n'avait que des notions imparfaites, a été étudié dans toutes ses parties, et ces grands arbres viennent évidemment se ranger dans la classe des Conifères, où elles formeront un groupe spécial tenant aux Abiétinées, et surtout aux *Dammara*, par leurs organes végétatifs, et aux Taxinées par leur mode de fructification.

» Les observations de M. Grand'Eury sur d'autres groupes de végétaux, les *Sigillaria* et *Stigmaria*, les *Annularia* et les *Sphenophyllum*, sans avoir la même importance, ajoutent cependant des faits intéressants à ceux que nous connaissions.

» Enfin, l'étude qu'il a faite du mode d'association des diverses espèces et de leur ordre de succession, fournit un nouveau moyen d'établir la corrélation des diverses couches de ces terrains; résultat important pour la Géologie et pour l'exploitation des mines.

» Sous tous les rapports, le travail si étendu de M. Grand'Eury nous paraît un des plus importants qui ait été faits sur un sujet aussi difficile.

» Ce savant a très-habilement profité de la situation favorable à ses recherches que lui procurait sa position comme ingénieur, qui le mettait en rapport avec toutes les exploitations du bassin de Saint-Étienne. Il a pu ainsi étudier, sur place, les nombreux fossiles végétaux qui s'y rencontrent, et il s'est acquitté de cette tâche avec une exactitude et une sagacité dignes d'éloges, recueillant avec soin les échantillons souvent les moins apparents, mais les plus intéressants pour l'étude.

» Enfin, par la connaissance très-étendue qu'il possède de tout ce qui a été publié sur ce sujet, il a pu donner à ses recherches la direction la plus utile et comparer ses observations à celles des savants qui l'avaient précédé.

» L'Académie ne saurait trop encourager des recherches qui ont donné déjà des résultats si intéressants; son approbation engagera l'auteur à les poursuivre et à éclaircir les points encore obscurs qu'il signale lui-même.

» Il est vivement à désirer que ce grand travail et les dessins nombreux qui l'accompagnent soient promptement publiés, et, si l'auteur n'en fait pas l'objet d'un ouvrage spécial, nous proposons à l'Académie d'en voter l'insertion parmi les Mémoires des Savants étrangers. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

HYDRAULIQUE. — *Rapport sur un Mémoire présenté par* M. Graeff, *ayant pour titre : « De l'action que la digue du Pinay exerce sur les crues de la Loire, à Roanne. »*

(Commissaires : MM. Combes, Phillips, Général Morin rapporteur.)

« L'Académie ayant décidé que les Mémoires envoyés pour concourir au prix fondé par feu Dalmont pourraient être l'objet de rapports particuliers, en réservant d'ailleurs les droits des auteurs et sans préjuger l'opinion de la Commission spéciale, chargée de décerner ce prix, nous a chargés, MM. Combes, Phillips et moi, d'examiner le nouveau travail que M. Graeff, inspecteur général des Ponts et Chaussées, lui a adressé le 24 janvier 1870, *sur l'action que la digue du Pinay exerce sur les crues de la Loire, à Roanne*. Ce mémoire fait suite à celui que l'auteur avait présenté en 1866 *sur le mouvement des eaux dans les réservoirs à niveau variable*, et dont l'Académie a ordonné l'impression dans le *Recueil des Savants étrangers*, ainsi qu'à une *Notice sur le réservoir du Furens* qu'elle a reçue le 7 janvier 1867.

» L'importance des questions traitées par M. Graeff pour l'atténuation des désastres des inondations de la Loire, si fréquemment répétés depuis quelques années, et l'utilité des observations continuées avec autant de persévérance que de méthode par l'auteur, de 1857 à 1869, pour la solution des grands problèmes d'hydraulique qu'il a entrepris de résoudre, paraîtront sans doute à l'Académie des motifs suffisants pour que le nouveau Mémoire de l'auteur ait été, de notre part, l'objet de l'examen le plus attentif.

» Cette étude des effets produits par la digue du Pinay est précédée, dans le Mémoire de M. Graeff, par un examen des documents historiques qui montrent qu'aux époques les plus reculées de l'histoire de notre pays, l'emplacement où elle est établie était déjà regardé comme ayant une grande importance au double point de vue des voies de communication et du régime des eaux.

» Les crues de la Loire, signalées par César dans ses *Commentaires* (1), en rendant ses communications incertaines et difficiles, avaient engagé les Romains à rechercher les points de son cours où ils pourraient établir des ponts à l'abri des inondations. Les gorges du Pinay, par l'étranglement naturel qu'elles offraient, leur parurent un emplacement des plus con-

(1) *De bello gallico*, liv. VII, chap. IV.

venables, et Papirius Le Masson, dans son livre publié en 1618 et intitulé : *Descriptio fluminum Galliæ quæ Francia est*, dit qu'il existait alors au Pinay cinq piles très-solides, vestiges d'un ancien pont, et construites avec un mortier d'une ténacité incomparable.

» Des documents historiques recueillis par M. Chaverondier constatent que le pont du Pinay était en état de viabilité vers la fin du treizième siècle et le commencement du quatorzième.

» Plusieurs legs, pour l'entretien de ce pont, avaient été faits en faveur de l'œuvre des ponts qui, sous le nom des Frères Pontifs, rendit aux treizième et quatorzième siècles de grands services pour la construction et l'entretien des ponts : exemple remarquable de ce que pouvaient faire à cette époque reculée le dévouement à la chose publique, l'initiative privée et l'esprit d'association.

» Le pont fut emporté vers 1389, reconstruit et emporté de nouveau en 1515, rétabli en 1626, détruit encore plus tard, puisque en 1711 il n'existait plus.

» Il avait servi ainsi pendant longues années à établir une communication entre les deux rives de la Loire, et reliait les voies romaines qui, de Lyon, s'étendaient vers le centre de la Gaule et jusque dans l'Aquitaine.

» En 1711, la ville d'Orléans présentait au roi un Mémoire sur les inondations de la Loire, qui s'étaient répétées quatre fois depuis 1707, époque avant laquelle « homme vivant n'avait jamais, y est-il dit, vu de pareils débordements ». Cette fréquence des crues et leur intensité étaient attribuées aux travaux terminés en 1706 dans la partie du lit de la Loire, qui traverse la plaine du Forez, pour la rendre navigable, et par lesquels on avait fait disparaître les rochers, les îlots et les autres obstacles qui retardaient la marche des eaux.

» On faisait observer, dans ce Mémoire, que depuis 1707 « la Loire, » dans ses débordements, tombe dans l'Allier dans le même temps que cette » rivière est le plus enflée, tandis qu'avant l'année 1707, la crue de la » Loire succédait à celle de l'Allier et ne tombait au bec d'Allier que trois » ou quatre jours après que les grandes crues de cette rivière s'étaient » écoulées. »

» Le Mémoire concluait en demandant l'établissement des digues indiquées, et qui n'interromperaient pas la navigation.

» Un arrêt du Conseil faisant droit aux demandes de la ville d'Orléans ordonna la construction de trois digues dans les gorges des montagnes du

Forez, et les ingénieurs Poitevin et Mathieu furent chargés d'examiner les lieux et plus tard de faire l'étude des projets.

» A cette époque (en 1711), l'ingénieur Mathieu constatait qu'il n'existait plus que la culée de la rive gauche et trois piles du pont du Pinay. Celles-ci ont disparu depuis; mais la culée, qui subsiste encore et sur laquelle on a assis les travaux récents, fournit, sur la hauteur probable des eaux dans les temps précédents, des indications assez intéressantes. L'on y voit encore les corbeaux qui servaient à soutenir les contre-fiches d'un tablier en bois, et comme la largeur du passage indique une limite de la hauteur à laquelle pouvait être établi ce tablier, il est permis d'en conclure qu'il était alors beaucoup plus bas que le niveau des crues modernes, et en particulier que celle de 1866, qui s'est élevée à $10^{m},38$ au-dessus de ce niveau.

» Dès le règne de Louis XIV, les ingénieurs hydrauliciens, chargés d'étudier la question des inondations de la Loire, regardaient donc, comme une des causes partielles et probables de leur multiplicité et de l'accroissement des désastres qu'elles occasionnaient, l'enlèvement des rochers qui en obstruaient le cours, et que l'on avait détruits pour rendre le fleuve navigable dans cette partie de son cours. Postérieurement, le déboisement continu des forêts, en déterminant une affluence plus considérable et plus rapide des eaux de pluie et de fonte de neiges, n'a pu qu'augmenter encore le mal et ses suites déplorables.

» C'est l'examen attentif des dispositions locales qui avait conduit ces ingénieurs expérimentés à proposer, dès cette époque, la construction de trois digues :

» La première au pont du Pinay, la deuxième au château de la Roche, la troisième à Saint-Maurice.

» Le projet de la digue du Pinay, rédigé en conséquence par l'ingénieur Mathieu, consistait en un barrage en maçonnerie, de $16^{m},24$ de hauteur environ sous la clef du pertuis au-dessus de l'étiage, et de $116^{m},94$ de longueur, appuyé d'une part sur la première pile de l'ancien pont romain, et enraciné à l'autre extrémité dans les rochers de la rive droite. La largeur du pertuis était de $18^{m},51$.

» Ce barrage, restauré en 1869, a aujourd'hui $16^{m},97$ de hauteur au-dessus de l'étiage sous le pont droit qui recouvre le pertuis.

» Les résultats que se proposaient d'atteindre les ingénieurs du temps de Louis XIV sont d'ailleurs clairement et très-logiquement indiqués dans un Mémoire daté de 1711 par l'ingénieur Mathieu, l'auteur de ce projet. En parlant de ces digues, il dit en effet :

« Ce qui doit causer un retard considérable, en sorte que les eaux des montagnes et des rivières qui tombent dedans seront soutenues, ce qui rendra les terres meilleures par les dépôts des limons qui engraissent les héritages de la plaine, au lieu que sa rapidité trop précipitée depuis l'enlèvement des rochers entraîne leurs terres et fait une plus forte jonction avec la rivière d'Allier, qui afflue au-dessous de Nevers. »

» Quant à la digue projetée au château de la Roche, l'ingénieur Mathieu ne la présente que comme utile « au refoulement des grandes eaux, à l'effet » d'augmenter le retard que fera la première digue. »

» Les conséquences des effets que, dans des contrées montagneuses, offrent de grands bassins naturels pour l'emmagasinement des eaux, peuvent produire des digues convenablement disposées, sont tellement logiques et évidentes d'elles-mêmes, les capacités des bassins sont si vastes, qu'on se demande comment ces idées simples, reprises et étudiées avec soin en 1848 par un ingénieur expérimenté et aussi bon observateur que M. Boulangé, alors ingénieur en chef du département de la Loire, ont pu être contestées et retardées dans leur application, devenue d'une urgence pressante après les grands désastres de 1846.

» Mais la persévérance des successeurs de M. Boulangé, et spécialement celle de M. Graeff, ont fourni, sur le régime des eaux dans les grands réservoirs à niveau variable, et en particulier sur les effets de la digue du Pinay, des éléments de discussion et de conviction tellement nets, qu'il a bien fallu abandonner les conclusions du cabinet pour adopter celles de l'expérience et de l'observation.

» Dans le second chapitre de son Mémoire, M. Graeff discute l'action réelle de la digue du Pinay, comme retenue des crues. Il commence par montrer que les formules anciennes de Prony, relatives au mouvement des eaux courantes, ne sont nullement applicables aux grands cours d'eau, et surtout à ceux qui sont torrentiels, ce qui est d'ailleurs admis aujourd'hui par tous les ingénieurs.

» Il expose ensuite la marche à suivre pour étudier les effets qui se produisent dans les crues rapides de ces cours d'eau, lorsque, sur leur parcours, il existe des barrages, naturels ou artificiels, précédés de bassins plus ou moins vastes. La méthode expérimentale fort simple, qu'il a appliquée et dont il a vérifié les résultats, est assez importante pour que nous croyions devoir entrer dans quelques détails à ce sujet.

» *De la marche à suivre pour l'étude des phénomènes offerts par les inondations.* — Les observations recueillies de 1857 à 1864 par les soins de M. Graeff, alors ingénieur en chef du département de la Loire, montrent

que, même dans les cours d'eau rapides, lorsque la pente de fond est uniforme et que les sections restent les mêmes en chaque point, la pente de superficie *demeure à peu près parallèle* à celle du fond.

» On pourrait donc, dans de semblables conditions, se servir des formules ordinaires du mouvement uniforme des eaux courantes, si l'on en connaissait les coefficients particuliers à la nature du lit. Mais comme ils varient beaucoup pour les diverses parois et qu'on ne saurait les déterminer que par des observations préalables de vitesse, il est plus sûr et plus simple de recourir directement à ces observations pour calculer les volumes d'eau correspondants à différentes hauteurs du niveau.

» Nous allons indiquer succinctement la marche suivie par M. Graeff.

» *Cas où les eaux affluentes sont en partie emmagasinées dans des réservoirs avec un pertuis d'écoulement.* — Lorsque le volume d'eau fourni par un courant variable ne trouve pas une issue suffisante à travers les pertuis naturels ou artificiels, par lesquels il doit s'écouler, il s'accumule en amont de ces pertuis, et y détermine soit le remplissage des réservoirs, soit l'inondation des vallées. Il importe alors d'étudier à la fois la marche du volume affluent, celle du volume évacué et celle du volume emmagasiné.

» On peut le faire par des observations suivies, en partant de ce principe évident de lui-même, posé par M. Graeff, que *le volume emmagasiné dans un temps donné est égal à l'excès du volume affluent sur le volume évacué dans le même temps.*

» *Détermination du volume affluent dans un temps donné.* — Pour que cette opération conduise à des résultats d'une exactitude et d'une certitude suffisantes pour la pratique, il faut qu'elle soit prolongée pendant un temps assez long et qu'elle embrasse des variations aussi considérables que possible dans les volumes.

» A cet effet, en amont du pertuis et du réservoir naturel ou artificiel, en un endroit du lit où la pente et la section sont suffisamment régulières, on établit un poste d'observations, où une échelle graduée indique les hauteurs du niveau au-dessus du fond.

» On fait un profil exact du lit, et l'on en partage la surface par un certain nombre d'ordonnées équidistantes, de manière à obtenir autant de trapèzes rectilignes ou mixtilignes, dont on calcule la surface pour chaque hauteur du niveau.

» Pendant les périodes où le niveau paraît se maintenir constant, à des hauteurs diverses, périodes qu'on nomme des *étales*, on détermine, à l'aide

de flotteurs lestés, la vitesse à la surface, vers le milieu de chacune des sections du profil.

» L'expérience montre que ces vitesses à la surface sont toujours moindres que la vitesse maximum dans chaque section. Il est, en effet, reconnu depuis longtemps par les bateliers des grands fleuves, et nos pontonniers ont souvent constaté sur le Rhin que les bateaux chargés descendent le fleuve avec une vitesse moyenne supérieure à celle de la surface du courant.

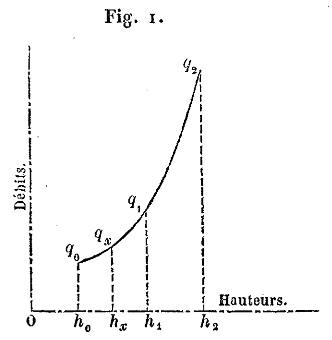
» On peut donc sans erreur notable se servir de ces vitesses de superficie comme fournissant approximativement les vitesses moyennes dans les sections.

» Si le cours d'eau n'était pas trop considérable, où si l'on avait des instruments plus précis, tels que le tube de Darcy, des moulinets à ailettes et à compteur, des tubes jaugeurs, etc., et si l'on pouvait faire une installation plus complète, on multiplierait les observations des vitesses dans chaque section, et l'on en déduirait, avec plus d'exactitude, la vitesse moyenne des filets qui la traversent.

» Mais, en général et pour la plupart des cas d'application, l'emploi des flotteurs immergés suffit.

» Lorsqu'on a, par l'un des procédés précédents, déterminé les vitesses moyennes dans chacun des éléments du profil, on en déduit le volume d'eau qui, dans chaque seconde, et par suite dans un temps quelconque, les a traversés.

Fig. 1.



» En répétant ces observations pour le plus grand nombre possible de hauteurs du niveau correspondantes à des périodes d'étales, on peut former une table des hauteurs et des volumes affluents simultanés, et construire une courbe, dont les abscisses soient les hauteurs de niveau et dont les ordonnées soient les volumes d'eau débités par seconde ou par heure.

» C'est ainsi que dans les jaugeages que M. Graeff a fait exécuter sur la

Loire, au pont de Feurs, les hauteurs d'eau aux échelles ont atteint les valeurs de 0 mètre, $0^m,75$, $1^m,75$, $2^m,50$, 3 mètres et $3^m,70$, et au pont de Roanne celles de 0 mètre, 1 mètre, 2 mètres, 3 mètres, 4 mètres et $4^m,85$.

» On remarquera que si, pour la régularité et l'exactitude des résultats, il convient de faire les observations pendant les périodes d'étale, où la marche des eaux est régulière, comme les volumes sont estimés d'après les vitesses déterminées entre des profils qui ne varient pas sensiblement pendant le temps qu'on emploie à les mesurer, ainsi que les hauteurs du niveau, la courbe représentative de la loi qui lie ces volumes et ces hauteurs peut encore être appliquée aux périodes de crues montantes ou descendantes, quoique dans les premières la pente de superficie augmente et que dans les secondes elle diminue, ce qui peut influer un peu sur les vitesses.

» M. Graeff ne s'est pas dissimulé que cette extension des résultats des observations faites pendant les périodes d'étale, aux moments de crues ascendantes ou descendantes, n'était pas à l'abri de quelques objections. Dans une Note supplémentaire, jointe à son Mémoire, il examine l'influence de la croissance et de la décroissance des crues sur le débit des eaux, et par des considérations directes, d'accord avec tous les faits de l'observation, il montre que la pente de superficie est plus grande dans la période ascendante que dans la période descendante des crues. Il fait voir ensuite que, de cette différence, il résulte que pendant la période ascendante le débit réel est plus grand que celui que l'on déduit des observations faites pendant les étales, tandis qu'à l'inverse il lui est inférieur pendant la période descendante. Mais la différence étant, à proportion, d'autant plus faible que les vitesses et les volumes sont plus grands, il se produit, dans les résultats relatifs à une période complète de croissance et de décroissance d'une crue, une compensation suffisante pour qu'en l'absence de tout autre moyen d'appréciation on puisse se contenter du mode indiqué.

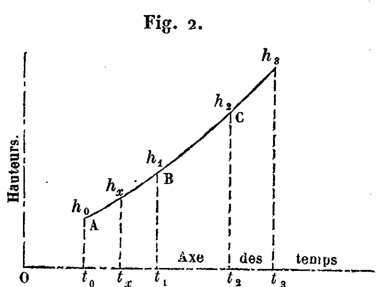
» C'est d'ailleurs, comme nous le dirons plus loin, ce que montrent des observations et des vérifications directes faites sur le réservoir de la digue du Pinay.

» Nous croyons cependant qu'il ne serait pas impossible de faire sur quelques cours d'eau torrentiels, qui ne seraient pas trop considérables, des observations susceptibles de jeter du jour sur cette partie délicate et si difficile de la question, en se servant du tube de Darcy, et nous croyons devoir en signaler l'utilité à l'attention des ingénieurs.

» D'une autre part, les observations continues, poursuivies pendant

toute l'année sur les hauteurs du niveau à des heures données, permettent de construire une courbe dont les temps sont les abscisses et dont les hauteurs sont les ordonnées pour toutes les époques de crue, d'étale ou de régime décroissant.

Fig. 2.



» En prenant sur la deuxième courbe les temps, et sur la première les volumes correspondants des hauteurs égales, on a les éléments d'une troisième courbe dont les temps sont les abscisses et dont les volumes d'eau affluents sont les ordonnées. Cette courbe qui, dans les époques des crues commencera par tourner sa convexité vers l'axe des abscisses, à partir de la ligne droite correspondante à l'étiage, aura ensuite un point d'inflexion, au delà duquel elle tournera sa concavité vers cet axe, atteindra un maximum, après lequel elle sera encore concave, pour redevenir ensuite convexe, puis de nouveau tangente à la ligne droite, qui correspond à l'étiage.

» Il est évident, d'après ce qui vient d'être dit de ce tracé, que l'aire comprise entre deux ordonnées quelconques de la courbe, et limitée endessous par l'axe des abscisses et en-dessus par la courbe, est proportionnelle au volume d'eau total affluent pendant le temps.

» *Détermination du volume d'eau débité par le pertuis.* — Des observations analogues peuvent être faites, soit par les mêmes procédés à l'aval du pertuis, dans une partie du lit où sa section et sa pente sont assez régulières, soit par des mesures de hauteur d'eau au-dessus du pertuis, d'après ses dimensions, si sa forme le permet.

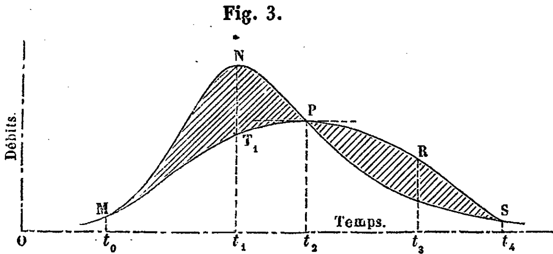
» On obtient ainsi une courbe des volumes d'eau évacués par le pertuis, dont les temps sont les abscisses et dont les ordonnées sont ces volumes.

» En rapportant ces deux courbes construites à même échelle, à une même origine des temps, l'on a tous les éléments nécessaires à la solution des problèmes que l'on peut se proposer sur le régime des cours d'eau.

» *Évaluation des volumes d'eau emmagasinés dans le réservoir, ou qui en sont sortis dans un temps donné.* — Il est d'abord évident que tant que le pertuis

débite autant d'eau qu'il en afflue par le cours d'eau, les deux courbes se confondent. A partir du moment où il arrive plus d'eau que le pertuis n'en peut débiter, la courbe des affluences se sépare de celle des volumes évacués, et s'élève de plus en plus au-dessus de celle-ci, en même temps que cette dernière continue à s'élever aussi par suite de l'accroissement de hauteur dans le réservoir ou dans l'inondation, qui se forme en amont du pertuis.

Fig. 3.



» Plus tard, la crue du cours d'eau diminuant, la courbe des affluences se rapproche de plus en plus de celle des évacuations, et vient la rencontrer en un point P, dont l'ordonnée donne en même temps le volume affluent et le volume évacué, qui sont alors égaux.

» Cette ordonnée indique ainsi le maximum de l'évacuation et son moment précis, puisque la crue est déjà en décroissance. La courbe des évacuations est donc tangente à une horizontale menée par le point P.

» Au delà de ce point, si la crue continue à décroître, la courbe des évacuations passe au-dessus de celle des affluences, puis s'infléchit et s'abaisse successivement, jusqu'à ce qu'elle rencontre de nouveau celle-ci en un point S, correspondant à l'instant où les volumes affluent et évacué, sont de nouveau égaux entre eux.

» Si la crue présente des alternatives de croissance et de décroissance, comme cela arrive toujours quand les observations sont faites toute l'année avec continuité, les deux courbes présentent des ondulations inégales, pour lesquelles la même marche simultanée sera produite.

» La courbe des évacuations donne aussi par sa quadrature, faite entre deux ordonnées correspondantes à des temps déterminés, le volume total évacué dans cet intervalle.

» Par conséquent, si de la première aire on retranche la seconde, la différence représentera le volume total emmagasiné dans le bassin de l'inondation, ou à recevoir dans un réservoir que l'on se proposerait de construire.

» Enfin, puisque après avoir été égales au point M de la première séparation des courbes, puis au point de leur rencontre, les ordonnées qui représentent les volumes affluent et évacué, le sont redevenues à leur deuxième point S d'intersection, il s'ensuit que l'aire qui fournit la valeur de l'excès de l'évacuation sur l'affluence doit être égale à l'aire qui a exprimé l'excès de l'affluence sur l'évacuation ; ce qui fournit un moyen de vérification des résultats des observations et des tracés.

» *Vérification à posteriori des résultats.* — On aura d'ailleurs une vérification plus sûre encore à l'aide du cubage direct de la capacité du réservoir d'inondation, au moyen de son relèvement par courbes horizontales.

» *Formes générales des formules adoptées par les hydrauliciens.* — En discutant toutes les formules, tant pratiques que théoriques, proposées ou employées par les hydrauliciens de tous les pays, M. Graeff a montré *que toutes les formules empiriques représentant les expériences des ingénieurs italiens ou américains, et des ingénieurs français qui ont suivi leurs errements, et toutes les formules théoriques sur le mouvement uniforme des eaux courantes, donnent pour les courbes des débits en fonction des hauteurs, prises pour abscisses, des courbes paraboliques, dont la convexité est tournée vers cet axe, tandis que les courbes des vitesses correspondant aux mêmes abscisses sont, au contraire, des paraboles ayant leur concavité tournée vers cet axe.*

» Il en résulte donc, lors du relevé des observations et de leur représentation graphique, un moyen de reconnaître les anomalies accidentelles et une facilité pour le tracé continu des courbes des débits.

» *Utilité de la représentation graphique des résultats d'observation.* — Dans tous les cas, l'on voit de suite de quelle utilité un ensemble d'observations, poursuivies avec persévérance et discutées avec méthode, peut être pour la science de l'ingénieur, auquel il permet de procéder, avec toute probabilité d'exactitude, dans l'étude si difficile et si importante de la marche des inondations et des moyens d'en prévenir les désastres.

» *Observation sur l'influence des gorges étroites.* — M. Graeff fait remarquer avec raison que, lors des grandes crues, il ne faudrait pas choisir les gorges étroites des rivières pour les parties où l'on devrait faire les observations, parce qu'alors les résistances diverses qu'éprouve le mouvement des eaux, animées de grandes vitesses, déterminent dans le profil transversal des dénivellements parfois énormes.

» C'est ainsi que, dans la partie de la Loire comprise entre le Pertuis et Saint-Just, en amont de la plaine du Forez, lors de la crue de 1866, il a constaté que, dans le profil en travers, l'eau s'élevait vers l'axe du courant

à 2^m, 40 plus haut que sur les bords, et qu'il se produisait des ondulations longitudinales d'environ 2^m, 50 de hauteur.

» Dans les mêmes conditions, les coudes occasionnaient des remous et des courants en sens contraires, accompagnés de dénivellations de 2 mètres de profondeur.

» *Cas où le cours d'eau principal reçoit plusieurs affluents.* — Il est évident que, pour établir la courbe des débits affluents en amont du barrage, il est d'ailleurs nécessaire de faire, pour chacun des affluents, des observations analogues à celles que l'on vient d'indiquer pour le cours d'eau principal. Mais, pour en déduire la courbe définitive de l'affluence au réservoir, en fonction du temps, il faut aussi tenir compte du temps que les crues partielles de chacun des affluents observés, souvent assez loin en amont, mettent à parvenir à ce réservoir ou à leur embouchure, et prendre ces temps d'arrivée pour les abscisses des courbes d'affluence.

» C'est ainsi qu'a procédé avec soin M. Graeff pour le Lignon, pour l'Aix, pour l'Oise et le Fernand, affluents de la Loire, en amont du Pinay. Puis, après avoir construit toutes ces courbes particulières, ayant les temps pour abscisses et les affluences pour ordonnées, en ajoutant toutes les ordonnées correspondantes aux mêmes heures, il a pu construire la courbe définitive des affluences dans le réservoir du Pinay.

» *Résultats d'application de la méthode précédente.* — En suivant la marche qui a été indiquée ci-dessus pour la crue extraordinaire de 1866, M. Graeff, alors ingénieur en chef du département de la Loire, a trouvé, par les courbes des débits d'affluence et d'évacuation, que le volume d'eau contenu dans la plaine comprise entre Feurs et Pinay devait être d'environ 108 millions de mètres cubes, et le relevé des profils de cette plaine inondée a conduit au volume de 113 millions de mètres cubes.

» Il serait difficile sans doute, dans de pareilles études, de ne pas se contenter d'une semblable vérification.

» La crue de 1846 ayant été plus considérable encore, le relevé du terrain indique qu'elle a dû excéder celle de 1866 de 21 millions de mètres cubes, et que, en conséquence, elle aurait été de 134 millions de mètres cubes. M. Boulangé, l'un des savants ingénieurs qui ont précédé M. Graeff dans ces études et à qui l'on est redevable de résultats importants, avait estimé le volume de l'inondation produite par cette crue de 1846 à 131 millions de mètres cubes; ce qui concorde autant qu'on peut le désirer avec le résultat précédent.

» Les chiffres que l'on vient de citer montrent avec trop d'évidence l'in-

fluence des digues et des grands réservoirs sur le régime des eaux, dans les rivières soumises à des crues, pour qu'il soit encore possible de la contester. Ils prouvent aussi que, dans des recherches aussi importantes au point de vue de la richesse publique et de la sécurité des populations, des observations continuées avec persévérance, discutées avec méthode, avec le secours de la Géométrie, conduiront toujours à des résultats plus certains et plus exacts que des considérations théoriques, inévitablement basées sur des hypothèses plus ou moins éloignées de la réalité des phénomènes.

» *Influence des digues et des réservoirs pour la modération des crues en aval.* — L'examen des courbes d'affluence et d'évacuation met en évidence l'utilité des digues et des réservoirs, car il montre, par exemple, de suite que le débit maximum du pertuis de la digue du Pinay est de beaucoup inférieur au volume maximum fourni par le cours d'eau, et que le premier arrive beaucoup plus tard que le second.

» On voit donc, comme le conclut l'auteur, *que l'on peut produire des abaissements considérables de débit en aval par l'établissement d'un réservoir, à condition de donner assez de hauteur à son barrage et une section suffisamment rétrécie au pertuis.*

» En comparant la marche des crues, les époques et les hauteurs de leur maximum d'élévation, pour celles de 1846 et de 1866, M. Graeff montre, en effet, que le niveau des eaux à Roanne se serait élevé, pour la première à 1 mètre, et pour la seconde à $0^m,60$ de plus que celui qui a été observé, si la digue du Pinay n'avait pas existé, et que dans le premier cas la partie basse de la ville eût été submergée.

» Il fait voir aussi qu'en 1866, malgré l'influence contraire d'une crue tout à fait anormale d'un affluent de la Loire, qui y débouche près de Roanne même, l'arrivée de la crue au pont de cette ville y a été retardée de plusieurs heures par l'effet de la digue du Pinay.

» Il montre encore que la digue de la Roche, située en aval de celle du Pinay, et construite à la même époque, produit un effet analogue, qui s'ajoute à celui de la précédente, et qu'en définitive la ville de Roanne est très-efficacement protégée par ces deux digues.

» L'œuvre des ingénieurs du temps de Louis XIV est donc digne, à tous égards, de l'estime de la postérité; et la restauration des deux digues du Pinay et de la Roche, en perpétuant le nom de leur auteur, l'ingénieur Mathieu, est à la fois un acte de justice et une garantie nouvelle pour la ville qu'elles protégent, ainsi que pour les parties inférieures du cours de la Loire.

» *Observations relatives aux grands pertuis des écluses et des barrages.* — Les barrages de vastes dimensions, du genre de celui qui nous occupe, présentent souvent, comme les écluses des pertuis, lors de l'écoulement des eaux, une dénivellation considérable, dont la connaissance peut être fort utile pour les jaugeages, mais qu'il est souvent difficile de mesurer directement.

» Le pertuis du Pinay, avant la restauration qui en a été faite en 1869, offrait des effets de ce genre que M. Graeff a étudiés et qui l'ont conduit à reconnaître, comme l'avait précédemment indiqué M. Boileau, officier d'artillerie, dans des recherches analogues sur une plus petite échelle, que la dénivellation Z, ou la différence de hauteur des niveaux d'amont et d'aval dans ces grands déversoirs, suit une loi parabolique, exprimée par une formule de la forme $Z = AH + BH^2$, dans laquelle H est la hauteur du niveau d'amont au-dessus du seuil, A et B étant des coefficients numériques, constants pour un même orifice, mais susceptibles de varier un peu, de l'un à l'autre, selon les dispositions.

» Pour le pertuis du Pinay, par exemple, la représentation graphique des résultats d'observations très-nombreuses, faites pour des valeurs de H comprises entre $0^m,50$ et $18^m,55$, a conduit M. Graeff à la formule empirique

$$Z = 0,1777H + 0,00742H^2,$$

qui en représente l'ensemble avec une exactitude suffisante dans de semblables recherches.

» Il est à désirer que sur le barrage reconstruit, et pour le pertuis régulier qui lui a été donné, il soit fait des expériences nouvelles qui, en confirmant la loi observée par M. Graeff, et en déterminant en même temps les volumes débités, permettent d'arriver au moins à une formule pratique, à l'aide de laquelle on pourrait calculer facilement les volumes évacués par des pertuis analogues.

» *Conclusions.* — L'analyse que nous venons de faire du nouveau Mémoire de M. Graeff montre que, si la méthode simple d'observation, adoptée par l'Auteur exige du temps et de la persévérance, elle a, d'une autre part, l'avantage de conduire à des résultats certains, conformes à l'ensemble des faits, et qui peuvent servir de base à l'étude des graves questions que soulève le fléau des inondations.

» Les applications que l'Auteur en a faites ont été assez heureuses pour que son exemple soit imité par les Ingénieurs; et, en les portant à la con-

naissance du public, il aura fait faire à la science de l'Hydraulique un progrès considérable et fécond.

» Vos Commissaires vous proposent, en conséquence, d'ordonner que le nouveau Mémoire de M. Graeff sera, comme le précédent, imprimé dans le *Recueil des Savants étrangers*, et que ses droits au prix fondé par feu Dalmont seront réservés. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Vibrations des cordes et des verges dans les liquides.* Note de **M. E. Gripon**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique, à laquelle M. Bertrand est prié de s'adjoindre.)

« Le travail que je présente à l'Académie a été entrepris pour vérifier la théorie mathématique de M. Bourget, relative à l'influence des résistances des milieux sur le mouvement vibratoire des corps (1).

» La résistance des liquides détruit très-rapidement le mouvement vibratoire des corps. Une corde rend alors un son sourd, de courte durée, et sa hauteur est difficile à apprécier. Aussi, au lieu de chercher la hauteur du son rendu par une corde d'une longueur donnée, j'ai cherché la longueur de la corde qui fait un nombre déterminé de vibrations. Pour cela, la corde est associée à un diapason ou à une plaque vibrante, dont elle partage le mouvement. On donne à la corde une longueur assez grande pour qu'elle se divise en un certain nombre de parties vibrantes séparées par des nœuds; la distance de deux nœuds consécutifs donne la longueur de la corde qui vibre à l'unisson du diapason.

» La détermination précise de la position des nœuds présente des difficultés lorsque la corde est plongée dans un liquide et qu'on les observe à l'œil nu. Pour rendre ces nœuds plus visibles, je fais passer dans la corde immergée un courant électrique, de telle sorte qu'elle se recouvre d'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau. Un fil de platine plongeant dans l'eau sert d'électrode positive. Lorsqu'on fait vibrer la corde, les bulles d'hydrogène s'en détachent et décrivent dans le liquide de petites ellipses, dont les axes diminuent de grandeur à mesure qu'on s'approche d'un nœud.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 560.

Ces bulles dessinent deux fuseaux contigus, dont le sommet commun donne la place du nœud.

» Des expériences nombreuses ont été faites avec des fils métalliques de densités fort différentes, vibrant tantôt à la manière des cordes, tantôt comme des verges. On a fait varier aussi la nature et la densité du liquide environnant. Le nombre des variations des corps sonores employés à faire vibrer la corde a varié de 128 vibrations complètes à 1642.

» Le résultat général de ces expériences est que la distance de deux nœuds consécutifs, ou la longueur de la corde ou de la verge qui fait un nombre déterminé de vibrations, est plus petite dans les liquides que dans l'air. Le rapport de ces deux longueurs, prises successivement dans l'air et dans le liquide, est indépendant de la longueur totale de la corde ou de la verge, de la tension de la corde, de son immersion totale ou partielle. Ce rapport est également indépendant du nombre des variations du corps sonore.

» Ce dernier résultat est en contradiction formelle avec la théorie de M. Bourget, fondée sur l'hypothèse de la proportionnalité de la résistance à la vitesse. D'après cette théorie, le carré du nombre des vibrations se trouve diminué d'une quantité constante, lorsqu'on passe du vide dans un milieu résistant; dès lors, le rapport qui nous occupe devrait diminuer à mesure que le nombre des vibrations augmente, ce que l'expérience ne vérifie pas.

» En apprenant le résultat de mes recherches, M. Bourget refit une théorie du mouvement d'une corde qui vibre en partie dans l'air, en partie dans un liquide, et il m'invita à vérifier cette théorie. Elle acceptait tous les résultats précédents, donnés par l'expérience. Mais, en outre, elle donnait pour valeur du rapport des distances nodales l'expression $\sqrt{1 + m\frac{d'}{d}}$, dans laquelle d et d' sont les densités du fil et du liquide, et m un facteur variable avec la nature de la corde et du liquide.

» Mes expériences montrent que le rapport ne s'éloigne pas beaucoup des résultats que donne la formule, lorsqu'on y fait $m = 1$, si les fils sont assez gros et les liquides dépourvus de viscosité. Pour les fils très-fins et les liquides visqueux, la différence entre le nombre donné et la formule particulière dont nous parlons va en croissant. A égalité de densité, la longueur de la partie vibrante d'une corde ou d'une verge est plus petite dans le liquide le plus visqueux. Le facteur m est ordinairement plus petit que 1, sauf pour les fils très-fins et les liquides visqueux qui le rendent plus grand que 1. Si l'on admettait que le fil entraîne dans son mouvement

une couche de liquides adhérents qui augmente sa masse, il suffirait, pour expliquer les circonstances de l'expérience, de supposer que cette couche a une épaisseur variant de $0^{mm},002$ à $0^{mm},25$. Cette épaisseur, de même que le facteur m, varie d'après une loi inconnue, avec la nature du liquide, la nature et le diamètre des fils et même la forme des corps vibrants; car des lames métalliques vibrant en forme de verges dans les liquides ont des distances nodales plus faibles que les fils cylindriques. L'expérience, comme on le voit, justifie autant que cela peut se faire, les idées nouvelles de M. Bourget, et elle s'arrête au même point que la théorie. »

M. T. Guyot demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 9 juin 1856. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note sur un moyen d'administrer l'iode, en employant comme intermédiaires des plantes auxquelles on ferait absorber ce corps.

L'expérience ayant appris que les substances animales renfermant de l'iode en petite quantité sont mieux absorbées que les préparations de laboratoire, l'Auteur pense que l'on pourrait également faire usage de cresson arrosé avec l'iodure de potassium pour la guérison des scrofules et de diverses autres maladies. On pourrait de même, suivant lui, administrer le fer par un procédé analogue.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. Tarry exprime le désir que ses Notes sur l'aurore boréale soient renvoyées à la Commission qui a déjà été chargée de l'examen de ses Notes précédentes.

(Renvoi à la Commission, qui se compose de MM. de Tessan, Ch. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel.)

M. Billotti adresse, par l'entremise de M. Bertrand, un Mémoire sur les instruments d'Optique.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin.)

M. Trouyet adresse, de Beyrouth, une Note concernant les moyens propres à combattre les fléaux qui désolent la Séricitulture.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. Bardot adresse un complément à son travail sur la Géométrie élémentaire.

(Renvoi à la Commission nommée pour le *postulatum* d'Euclide.)

M. **Guattari** adresse une Note sur l'application de l'air à la transmission des dépêches, avec les appareils télégraphiques actuels.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Brachet** adresse une Note concernant les perfectionnements à apporter à quelques instruments d'Optique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Vidal** adresse une nouvelle Note concernant la culture du Caille-Lait blanc, comme plante fourragère.

(Renvoi à l'examen de M. Decaisne.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse à l'Académie un certain nombre de projets d'aérostation militaire, qui lui ont été transmis par M. le Ministre de la Guerre, et exprime le désir que l'Académie veuille bien lui faire connaître son opinion sur ces divers travaux.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Planchon** et M. **Weddell**, nommés Correspondants de la Section de Botanique dans la séance du 5 août, adressent leurs remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage de M. *L. Boutillier*, intitulé : « Exposé sommaire et méthodique des principes généraux de la Géologie. »

Dans un cadre élémentaire et sous un format portatif, l'auteur à su présenter, avec méthode et clarté, les données principales de la science, ainsi que les classifications et les explications adoptées par lui.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également les « Nouvelles recherches sur les animaux fossiles dans le Terrain carbonifère de la Belgique (1re partie), par M. *de Koninck*. »

M. le **Directeur général des Douanes** adresse, pour la bibliothèque de

l'Institut, le Tableau général des mouvements du cabotage en 1869, formant la suite et le complément du Tableau général du commerce de la France pendant la même année.

« **M. Dumas** signale à l'attention de l'Académie une série d'études sur le *Phylloxera vastatrix*, communiquées par M. *Laliman* à la Société d'agriculture du département de la Gironde, et insérées dans les Annales de cette Société.

» Déjà, au mois de juin 1871, une Lettre de M. G. Basile annonce que le département de Vaucluse n'a pour ainsi dire plus de vignes, et qu'on ne peut plus avoir aucune confiance dans les remèdes. Une lettre de M. Planchon annonce que le fléau sévit dans les départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, du Gers; dans l'Hérault, les points attaqués sont Lunel, Lousasque, Trindron et Colondres, etc. Depuis lors, le mal n'a fait que s'aggraver.

» Il serait désirable que, sans attendre l'apparition de tous les caractères extérieurs de la maladie, on pût procéder à des sondages permettant de reconnaître l'insecte sur les racines; on sauverait ainsi les vignes voisines, en détruisant à temps celles qui paraissent à peu près saines alors qu'elles sont déjà attaquées : l'arrachage et la combustion des racines malades semblent le seul remède auquel on puisse avoir confiance, quant à présent.

» Il serait indispensable, d'autre part, d'empêcher le transport et la vente des souches arrachées et couvertes de pucerons; ce transport, qui se pratiquait et qui se pratique peut-être encore dans la Gironde, peut constituer un mode très-dangereux de propagation de la maladie.

» Enfin, il paraît bien démontré maintenant que le *Phylloxera* s'attaque particulièrement aux *racines des vignes françaises* et aux *feuilles des vignes américaines*. Il serait désirable qu'il fût procédé à la cueillette et à la destruction des feuilles de vignes américaines, dès qu'on y constate la présence des galles à *Phylloxera*. Votre Commission du *Phylloxera* m'a chargé d'en exprimer le vœu. Bien que ces ravages soient moins grands, puisqu'ils ne compromettent pas l'existence de la plante, comme cela se produit quand l'insecte attaque les racines, ce n'en est pas moins un mode de propagation contre lequel on ne saurait trop se mettre en garde, d'autant plus que les doutes qui pouvaient rester sur l'identité du *Phylloxera* des feuilles des vignes américaines et des racines des vignes françaises paraissent aujourd'hui tout à fait levés. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Suite des observations relatives à la présence du magnésium dans la chromosphère du Soleil.* Note de **M. Tacchini**, transmise par M. Faye.

« Palerme, 30 juillet 1872.

» Comme suite à ma Note sur la présence du magnésium dans la chromosphère du Soleil, je me permets de vous donner quelques détails sur les observations postérieures. La fréquence du magnésium a été considérable jusqu'à ce matin, mais avec des maxima et des minima très-prononcés. Il me serait impossible de faire dès à présent un rapport complet, qui exigerait bien du temps ; je me bornerai à la dernière période vraiment extraordinaire, celle du 25 au 30 juillet. Les nombres des degrés qui expriment la distance, par rapport au bord, des points où le magnésium était visible, sont les suivants :

Juillet 25	176°
» 26	348°
» 27	348°
» 28	348°
» 29	348°
» 30	258°

» Nous avons donc quatre jours où le phénomène a été complet, car deux positions seulement du spectroscope manquent. Comme je l'ai fait remarquer dans la Note précédente, les raies du magnésium apparaissaient plus vives et plus élargies dans les régions où les flammes de la chromosphère étaient plus prononcées et plus brillantes; mais je dois dire aujourd'hui que la chromosphère est plutôt composée, non pas de flammes, mais d'un nombre extraordinaire de filets minces, qui ressemblent à une chevelure très-fine. Dans les régions voisines du pôle nord, la chromosphère continue à être beaucoup plus élevée qu'au pôle sud.

» Voici une autre observation qui s'accorde avec la grande abondance du magnésium, et que j'ai eu l'occasion de faire hier même. Quand j'observe les raies *b*, je puis voir en même temps une portion du spectre au delà de la ligne E. Après avoir exploré un tiers à peu près du bord, je me suis aperçu du renversement dans deux positions successives de la raie 1474 de Kirchhoff; j'ai alors recommencé le tour, et j'ai trouvé que la raie 1474 se montrait renversée tout autour du bord dans la chromosphère, comme le magnésium, et j'ai vérifié aujourd'hui de nouveau le même phénomène : donc la raie de la couronne peut être distinguée partout en plein soleil. Dans les mois précédents, j'avais observé cette ligne bien des fois, mais

seulement dans l'examen particulier du spectre des protubérances ou des traits caractéristiques du bord.

» L'intensité relative de la raie 1474 se trouve généralement d'accord avec celle du magnésium, laquelle correspond au nombre des raies renversées du groupe b; en d'autres termes, quand le magnésium est faible, c'est seulement la raie b^1 qu'on voit renversée, et quand elle est très-vive, j'ai pu voir les raies b^1 b^2 b^3 b^4 toutes renversées.

» Pour donner un exemple de la distribution de ces lignes sur le bord, je rapporterai ici les observations faites dans chaque position hier matin, 29 juillet 1872, entre 9 et 10 heures :

N. 0°	$b^1b^2b^3$	1474	O. 90°	$b^1b^2b^3b^4$	1474	S. 180°	b^1	1474	E. 270°	$b^1b^2b^3$	1474
6	$b^1b^2b^3$	1474	96	$b^1b^2b^3b^4$	1474	186	$b^1b^2b^3$	1474	276	b^1b^2	1474
12	$b^1b^2b^3$	1474	102	$b^1b^2b^3$	1474	192	$b^1b^2b^3$	1474	282	b^1b^2	1474
18	$b^1b^2b^3$	1474	108	$b^1b^2b^3$	1474	198	b^1b^2	1474	288	»	»
24	$b^1b^2b^3$	1474	114	$b^1b^2b^3$	1474	204	b^1b^2	1474	294	b^1	1474
30	$b^1b^2b^3$	1474	120	$b^1b^2b^3$	1474	210	b^1b^2	1474	300	b^1	1474
36	$b^1b^2b^3$	1474	126	b^1b^2	1474	216	b^1b^2	1474	306	b^1	1474
42	$b^1b^2b^3$	1474	132	$b^1b^2b^3$	1474	222	b^1b^2	1474	312	b^1	1474
48	$b^1b^2b^3$	1474	138	$b^1b^2b^3$	1474	228	b^1b^2	1474	318	b^1b^2	1474
54	$b^1b^2b^3$	1474	144	b^1b^2	1474	234	b^1	1474	324	b^1b^2	1474
60	$b^1b^2b^3b^4$	1474	150	$b^1b^2b^3$	1474	240	b^1	1474	330	b^1b^2	1474
66	$b^1b^2b^3b^4$	1474	156	b^1b^2	1474	246	b^1b^2	1474	336	b^1b^2	1474
72	$b^1b^2b^3b^4$	1474	162	b^1b^2	1474	252	$b^1b^2b^3$	1474	342	b^1b^2	1474
78	$b^1b^2b^3$	1474	168	»	1474	258	b^1	»	348	$b^1b^2b^3$	1474
84	$b^1b^2b^3b^4$	1474	174	b^1b^2	1474	264	b^1b^2	1474	354	$b^1b^2b^3$	1474

» Du 19 au 31 juillet, j'ai pu observer des spectres très-brillants dans des parties du bord dépourvues complétement de protubérances, mais composées de petites flammes brillantes et correspondant à des facules très-petites et nombreuses, sans aucune apparence d'éruption. »

PHYSIQUE. — *Mesure de l'intensité des courants au moyen de l'électromètre.* Note de M. E. **Branly**, présentée par M. Pasteur.

« Quand un fil métallique est traversé par un courant voltaïque, ses différentes sections présentent des charges d'électricité statique différentes. A et B étant deux points du conducteur, si l'on appelle a le potentiel électrique en A, b le potentiel en B, la différence $a - b$ est proportionnelle à l'intensité du courant. Ce fait est exprimé par la formule de Ohm

$$i = C\frac{a-b}{r};$$

C est une constante, r représente la résistance de la partie AB. Si le fil est cylindrique et homogène, la densité électrique en chaque point (quantité d'électricité répartie sur l'unité de surface) est proportionnelle au potentiel.

» La proportionnalité entre la différence de potentiel et l'intensité est facile à vérifier au moyen de l'électromètre à miroir que j'ai déjà décrit (1). L'un des couples de secteurs de l'électromètre prend le même potentiel que A et une quantité d'électricité proportionnelle à ce potentiel ; l'autre couple prend le même potentiel que B.

» Entre les pôles d'une pile étaient interposées des résistances métalliques ou liquides : la boussole des tangentes de Pouillet donnait les intensités pour les forts courants, celle de Weber pour les faibles. L'électromètre mesurait les différences de potentiel ou de tension (2) correspondant aux extrémités de diverses bobines sur lesquelles étaient enroulées des longueurs connues de fil télégraphique. Les résultats qui suivent sont rapportés à un kilomètre de fil, valant 100 mètres de l'unité de Pouillet (une colonne de mercure de 1 mètre de longueur et 1 millimètre de section).

» La différence entre les deux pôles d'un élément Daniell ouvert est représentée par 100.

ÉLECTROMÈTRE.		BOUSSOLE.			
Déviations.	Rapport d'une déviation à la suivante.	Boussole de Pouillet.	Boussole de Weber. 1 tour de fil.	Boussole de Weber. 10 tours.	Rapport de deux tangentes consécutives.
146		43°42′ (tg = 0,956)			2,18
	2,18				
67,6		23°15′ (tg = 0,429)			1,677
	1,680				
40,34		14°18′ (tg = 0,255)			1,50
	1,44				
28		9°39′ (tg = 0,17)	63,67		3
	2,99				
9,37			21,22		2,358
	2,366				
3,96			9	86,4	2,383
	2,414				
1,64				36,25	

» Le courant étant produit par 8 éléments de Daniell neufs, il est à remarquer que le nombre fourni par l'électromètre fait connaître dans chaque

(1) Dans une Communication du 19 février 1872.

(2) Ce mot tension est généralement employé dans le cas où l'expression de potentiel doit être adoptée.

cas la résistance totale du circuit exprimée en kilomètres. Elle était $\frac{800}{146}$ dans la première mesure, $\frac{800}{67,6}$ dans la seconde (1).

» Supposons qu'une mesure comparative soit faite de temps en temps à la fois avec un électromètre et une boussole des tangentes dans les conditions précédentes; les nombres donnés par la boussole, multipliés par un coefficient, feront connaître la différence des tensions correspondant aux extrémités de 1 kilomètre de fil; on aura aussi une valeur exacte de la résistance totale du circuit, si les éléments employés sont neufs. Cette valeur sera seulement approchée si la force électromotrice de la pile a diminué.

» On comprend l'usage de l'électromètre pour la détermination de l'intensité des courants; les résultats obtenus à des époques différentes sont comparables si l'on a soin de mesurer en même temps la différence des tensions aux deux pôles d'un Daniell.

» L'élément Daniell donne des différences constantes entre ses deux pôles quand il est constitué de la façon suivante : un vase contenant une lame de zinc amalgamé et une solution saturée de sulfate de zinc; un second vase avec une solution saturée de sulfate de cuivre et une plaque de cuivre : un tube en U, contenant du sulfate de zinc et fermé à ses extrémités par de la baudruche, met les deux vases en communication.

» Dans la formule $= C\,\frac{a-b}{r}$, faisons $C = 1$, le courant ayant l'unité d'intensité sera celui pour lequel la différence des potentiels aux deux extrémités de l'unité de résistance sera égale à l'unité de potentiel électrique.

» L'unité de potentiel est le potentiel d'une sphère chargée de l'unité d'électricité (2) et dont le rayon est égal à l'unité de longueur.

» Si l'on prend pour unité d'intensité l'intensité du courant produisant, aux deux extrémités de 1 kilomètre de fil télégraphique, une différence de tension égale au centième de celle qui existe entre les deux pôles d'un Daniell, les intensités des courants dans les expériences rapportées plus haut seront 146, 67,6, 40,34, etc.

---

(1) J'admets ici que la force électromotrice d'un élément Daniell ne change pas quand le courant marche. Des expériences directes m'ont montré qu'elle est la même à 1 centième près quand le circuit est ouvert et quand il est fermé avec une résistance extérieure aussi petite que possible.

(2) L'unité d'électricité est la quantité qui, agissant sur une quantité égale placée à l'unité de distance, c'est-à-dire 1 millimètre, produit une force répulsive de 1 milligramme.

» Mais, pour donner plus de généralité à la définition de l'unité d'intensité, il est utile d'évaluer en unités électrostatiques le potentiel à l'un des pôles d'un élément de Daniell, quand l'autre pôle est dérivé au sol.

» Si le pôle de la pile est mis en communication par un long fil avec une sphère de rayon 1, cette sphère prend le même potentiel que le pôle de la pile, et la quantité d'électricité qui la recouvre exprime le potentiel du pôle.

» La mesure a été faite avec une balance de torsion.

» La balance était formée comme il suit : une balle mobile dorée était fixée à l'extrémité d'une tige de gomme laque que soutenait un fil de torsion; ce dernier était en communication métallique avec la balle. Une balle fixe de même diamètre que l'autre était portée par un bâton de gomme laque et un fil fin la mettait en relation à l'extérieur avec le prolongement du fil de torsion. Les centres des deux boules étaient d'abord placés à une certaine distance, environ 3 centimètres, sans qu'il y eût torsion. Un miroir dans le prolongement du fil de torsion permettait de mesurer les déplacements de la boule mobile et en même temps la torsion du fil.

» Les deux boules étaient d'abord reliées entre elles et avec le sol; ensuite on les chargeait d'une façon permanente par le pôle négatif d'une pile d'éléments Daniell, dont le pôle positif était dérivé au sol.

» Voici les détails d'une expérience; les unités adoptées sont le millimètre et le milligramme :

Position d'équilibre de la boule mobile (les deux boules reliées ensemble et au sol).	83
Les deux boules communiquent avec le pôle négatif d'une pile de 65 Daniell....	178,5
La communication avec le sol est rétablie..............................	82,75

$$178,5 - 82,87 = 95,63.$$

» L'équation $\frac{q^2}{d^2} l \cos\frac{\alpha}{2} = n\varphi$ donne la quantité q d'électricité qui se trouve sur chaque boule.

» d distance des deux boules. Pour évaluer d, une lunette placée à une distance mesurée permettait de déterminer l'angle sous lequel on voyait les centres des deux boules $d = 32^{mm},6$ (quand les deux boules communiquent avec le pôle négatif de la pile).

» l longueur de l'aiguille de gomme laque, 70 millimètres; elle est comptée depuis le point de suspension du fil de torsion jusqu'au centre de la boule.

» n représente la force nécessaire pour tordre le fil d'un arc égal au rayon. Cette grandeur s'obtenait en faisant osciller le fil après avoir remplacé l'aiguille de gomme laque par une aiguille métallique de poids et de longueurs connus. Le fil de la balance avait 30 centimètres $n = 5,47$, il fallait avec les unités employées une force de $5^{\text{millig}},47$, appliquée à une distance de 1 millimètre, pour tordre le fil d'un arc égal au rayon.

» φ est l'angle de torsion. La règle étant divisée en millimètres et placée à $3^{\text{m}},13$ du miroir, $\varphi = \frac{95,63}{3130}$.

» α angle d'écart,

$$\frac{\alpha}{2} = 13^{\circ}28', \quad \cos\frac{\alpha}{2} = 0,97.$$

» On obtient $q^2 = 2,77$, $q = 1,76$. C'est la quantité d'électricité qui se trouvait sur chacune des deux boules.

» Le potentiel sera $\frac{q}{r}$, r rayon d'une des boules $8^{\text{mm}},3$, $\frac{q}{r^2} = 0,0255$; $\frac{q}{r^2}$ représente aussi la densité de l'électricité répartie sur la sphère, en prenant pour unité de surface, dans la mesure de la densité, la surface de la sphère ayant pour rayon l'unité de longueur.

» Ici une sphère de 1 millimètre de rayon, communiquant avec le pôle négatif de la pile de 65 éléments, se charge d'une quantité d'électricité qui produit sur une masse égale concentrée à 1 millimètre de distance une force répulsive de $0^{\text{millig}},0255$. Avec un seul Daniell, la densité sur la sphère de 1 millimètre, mise en communication avec le pôle, serait 65 fois plus petite ou 0,00039.

» Ce nombre 0,00039 mesure en unités électrostatiques la différence de potentiel aux deux pôles d'un élément de Daniell, constitué comme je l'ai indiqué plus haut.

» Pour m'assurer du bon fonctionnement de la balance, j'ai constaté, en faisant communiquer les deux boules avec diverses séries d'éléments Daniell, que les résultats trouvés étaient proportionnels au nombre des éléments. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions (acides monobasiques).* Note de **M. Berthelot**.

« 1. Étant donnée une base alcaline en présence de deux acides, les trois corps dissous dans une grande quantité d'eau, on peut se demander

quel sera l'état réel des combinaisons dans la liqueur. J'ai entrepris l'étude de cette question par deux méthodes très-différentes, l'une fondée sur le partage d'un corps entre deux dissolvants (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVII, p. 433), l'autre sur la mesure de la chaleur dégagée dans la réaction d'un acide sur le sel formé par l'autre acide. Les résultats obtenus par ces deux méthodes s'accordent entre eux et tendent à établir que les réactions opérées dans les dissolutions sont les mêmes en principe (sauf les réactions consécutives exercées par l'eau) que les réactions opérées entre les corps anhydres, à la même température; ces dernières, d'ailleurs, sont déterminées par le signe des effets thermiques, pourvu que l'on rapporte les corps correspondants à des états physiques comparables.

» 2. Soit d'abord le cas le plus simple, celui de deux acides monobasiques, c'est-à-dire tels que chacun d'eux ne puisse former, en présence de l'eau, qu'un seul composé avec une base alcaline (*voir* ce Recueil, p. 207) : l'acide qui peut dégager de la chaleur en décomposant le sel neutre antagoniste est celui qui demeure uni à la base. Dans tous les cas connus, le dégagement de chaleur observé en l'absence de l'eau subsiste dans l'état de dissolution, ce qui rend inutile jusqu'à présent toute distinction entre l'état anhydre et l'état dissous.

» Citons par exemple les acides azotique et acétique, mis en présence de la soude à équivalents égaux,

$$\left.\begin{array}{l} C^4H^3NaO^4(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + AzO^6H(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots \quad +0^{\text{cal}},45 \\ AzO^6Na \;\; (1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + C^4H^4O^4(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots \quad -0^{\text{cal}},06 \end{array}\right\} +0,51 = N - N_1.$$

» On voit, d'une part, que l'acide azotique étendu, en agissant sur la soude dissoute, dégage $+0^{\text{cal}},51$ de plus que l'acide acétique; et, d'autre part, que l'acide azotique, en agissant sur l'acétate de soude, dégage $+0^{\text{cal}},46$, chiffre presque identique avec le précédent, et qui semble n'en différer que par la petite quantité de chaleur absorbée en raison de la dilution plus grande de l'azotate de soude. L'acide acétique et l'azotate de soude, au contraire, ne donnent pas lieu à des effets thermiques susceptibles d'être distingués de la simple dilution des liqueurs séparées, laquelle absorberait $-0,09$ environ.

» Ainsi l'acide azotique déplace entièrement ou à peu près l'acide acétique dans les acétates dissous, et ce phénomène est exothermique. Or le dégagement de chaleur aurait lieu également en l'absence de l'eau, comme il résulte des chiffres suivants :

AzO^6H + eau (Hess, Thomsen)	+ 7,6	$C^4H^4O^4$ + eau, j'ai trouvé.	+ 0,4
Son action sur NaO dissoute, j'ai trouvé..	+13,7	Son action sur NaO dissoute	+13,3
Séparation de AzO^6Na (1)............	+ 4,6	Séparation de $C^4H^3NaO^4$...	− 3,8
	+25,9		+ 9,9

» Le déplacement de $C^4H^4O^4$ par AzO^6H dégage donc, en l'absence de l'eau, +16,0.

» La formation de l'acétate de soude hydraté, $C^4H^5NaO^4 + 6HO$, en supposant l'existence de ce sel dans les dissolutions, ne peut changer le signe du phénomène évalué depuis les corps anhydres, car elle dégage seulement + 8,40. Du reste, aucun fait, à ma connaissance, n'indique l'intervention des hydrates salins dans les déplacements réciproques des acides dissous.

» 3. Mettons encore l'acide chlorhydrique et l'acide acétique en présence de la soude. Le calcul montre que la réaction de l'acide chlorhydrique sur l'acétate de soude doit dégager de la chaleur, qu'il s'agisse des corps anhydres ou des corps dissous. En effet, en présence d'une grande quantité d'eau, l'acide chlorhydrique étendu dégage $+0^{cal},46$ de plus que l'acide acétique en s'unissant avec la soude. Pour les corps anhydres, la différence est plus grande encore :

HCl + eau (Berthelot et Louguinine).......	+17,4
Union avec NaO dissoute, j'ai trouvé	+13,7
Séparation de NaCl anhydre (2)............	+ 1,1
	+32,2

---

(1) J'ai trouvé :

AzO^6Na : 1 partie + 50 parties eau.................	−4,66
1 partie + 25 parties eau.................	−4,48
$C^4H^3NaO^4$: 1 partie + 50 parties eau..............	+3,83
$C^4H^3NaO^4 + 6HO$: 1 partie + 50 parties eau........	−4,58
1 partie + 25 parties eau........	−4,56

Ces derniers chiffres prouvent que la réaction

$C^4H^3NaO^4 + 6HO = C^4H^3NaO^4, 6HO$ dégage......... +8,40.

Ces chiffres sont corrigés des chaleurs spécifiques des dissolutions.

(2) J'ai trouvé :

NaCl : 1 p. + 50 p. eau..............	−1,08
1 p. + 25 p.	−1,00

valeurs concordantes avec celles de Rudberg, Chodnew et Graham.

» Ce chiffre l'emporte sur $+9,9$, et il l'emporterait encore si l'on rapportait la réaction à l'acide chlorhydrique liquéfié, comme je pense qu'il conviendrait de le faire pour rendre les états des acides acétique et chlorhydrique comparables. En effet, cette liquéfaction, d'après les analogies, dégagerait 6 à 8000 calories, ce qui ramènerait la formation du chlorure de sodium à peu près au même chiffre que celle de l'azotate de soude.

» Ainsi l'acide chlorhydrique doit déplacer dans tous les cas l'acide acétique uni à la soude, à la température ordinaire (1). L'expérience confirme cette prévision. Voici, en effet, les résultats obtenus avec les corps dissous :

$$\left.\begin{array}{ll} C^4H^3NaO^4\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + \quad HCl\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots & +0,46 \\ NaCl\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + C^4H^4O^4\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots & +0,00 \end{array}\right\} +0,46 = N - N_1.$$

» La chaleur dégagée dans la réaction de l'acide chlorhydrique étendu sur l'acétate de soude dissous est donc égale à la différence des chaleurs de neutralisation des deux acides par la soude, tandis que l'acide acétique et le chlorure de sodium ne produisent aucun effet thermique appréciable. Je conclus de là que l'acide chlorhydrique déplace entièrement ou à peu près l'acide acétique uni à la soude dans les dissolutions.

» Cette conclusion peut être vérifiée par la méthode des deux dissolvants, laquelle indique également un déplacement complet (*Annales de Chimie*, 4e série, t. XXVII, p. 459).

» 4. Examinons maintenant les réactions produites par les acides polybasiques. Ici les effets sont plus compliqués, parce que ces acides forment avec une même base plusieurs combinaisons, lesquelles subsistent en présence de l'eau, tout en éprouvant parfois une décomposition partielle. J'ai établi l'existence de ces combinaisons multiples dans les dissolutions, ainsi que leur destruction progressive, par mes expériences sur les sels acides, tels que les bisulfates, bioxalates, etc. (*voir* ce Recueil, t. LXXV, p. 208);

(1) En distillant ensemble le chlorure de sodium et l'acide acétique, on obtient cependant quelques traces d'acide chlorhydrique; c'est l'indice d'un partage dû au changement de la température et des conditions de la réaction, changement qui met en opposition des quantités de chaleur fort différentes de celles qui ont été mesurées à la température ordinaire, et dans un système homogène et liquide. Ces indices de partage répondent peut-être aussi à la formation d'une trace de biacétate, même en présence de l'eau, trace que la méthode thermique et celle des deux dissolvants ne sont pas assez sensibles pour révéler. L'influence du biacétate serait du même ordre que celle des sels acides des acides bibasiques.

je l'ai établie également pour certains sels basiques, tels que les salicylates bibasiques (*voir* ce Recueil, t. LXXIII, p. 679). Je vais maintenant exposer les effets obtenus en mettant en conflit un acide bibasique et un acide monobasique vis-à-vis d'une même base alcaline. Ces effets sont très-divers : tantôt l'acide bibasique est déplacé d'une manière équivalente par l'acide monobasique (acide azotique et carbonates), ce déplacement donnant lieu dans les dissolutions à un dégagement de chaleur; tantôt c'est l'acide bibasique qui déplace entièrement l'acide monobasique, avec dégagement de chaleur (acide sulfurique et acétates), ou avec absorption de chaleur (acide tartrique et acétates); tantôt enfin il y a partage de la base entre les deux acides, partage variable avec les proportions relatives des corps mis en présence, et qui peut donner lieu soit à un dégagement, soit à une absorption de chaleur, suivant les circonstances (acide chlorhydrique ou azotique et sulfates ou oxalates). Tous ces phénomènes, en apparence contradictoires, peuvent être expliqués par la formation des sels acides et le dégagement de chaleur qui l'accompagne lorsqu'elle a lieu en l'absence de l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'acide tartrique droit en acide racémique*. Note de **M. E. Jungfleisch**, présentée par M. Pasteur.

« Dans ses belles recherches sur la dissymétrie moléculaire des produits organiques naturels, M. Pasteur a établi un ensemble de faits d'une importance capitale, relatifs aux modifications optiques de l'acide tartrique. Parmi les questions qui se rattachent à ce sujet, la transformation des divers acides tartriques les uns dans les autres n'est pas l'une des moins importantes; aussi l'éminent auteur s'est-il appliqué à la résoudre : en chauffant l'acide tartrique droit à 170 degrés avec de la cinchonicine, il a obtenu de l'acide racémique, et rendu possible, par conséquent, la transformation de l'acide droit en acide gauche; de même, avec l'acide gauche, il a préparé l'acide racémique, et par suite l'acide droit. Dans les deux cas, une petite quantité d'acide inactif prend naissance.

» Depuis, M. Dessaignes a vu (1) que, par l'ébullition longtemps maintenue, les solutions d'acide tartrique forment « un peu d'acide racémique » et une petite quantité d'acide inactif; » que l'acide tartrique droit, chauffé pendant cinq heures en vase clos à 170 degrés, donne « une petite

(1) *Répertoire de Chimie pure* (1863), p. 355.

» quantité d'acide inactif; » et, de plus (1), que l'acide inactif soumis à la distillation vers 200 degrés fournit de l'acide pyruvique et laisse un résidu contenant de l'acide racémique.

» La méthode basée sur l'emploi de la cinchonicine est donc celle qui permet de produire artificiellement l'acide racémique avec le moins de difficultés, et cependant, d'après son auteur (2), son application à la préparation de 12 grammes d'acide tartrique gauche « a coûté bien des peines » et « a été fort dispendieuse. »

» Les expériences qui font l'objet de la présente Note conduisent à un résultat plus favorable; elles indiquent une méthode simple qui permet de transformer rapidement, sans employer une substance rare comme la cinchonicine, l'acide tartrique droit en acide racémique.

» Lorsqu'on chauffe l'acide tartrique droit vers 170 degrés, il entre en fusion et se transforme d'abord en acides métatartrique et isotartrique, isomères avec lui; puis, à une température un peu plus élevée, il se décompose en plusieurs composés qui ont été étudiés surtout par M. Fremy, mais dont les relations avec les variétés optiques de l'acide tartrique sont encore à peu près inconnues. Biot a montré cependant que le pouvoir rotatoire de l'acide droit fondu va en diminuant à mesure que la température augmente, et qu'il peut même changer de sens; mais cette modification n'est que transitoire, et, d'après M. Fremy, comme d'après Gerhardt et Laurent, l'acide tartrique cristallisé qu'on régénère dans ces expériences est toujours l'acide droit. En d'autres termes, on arrive ainsi à décomposer l'acide tartrique avant de modifier d'une manière permanente son pouvoir rotatoire.

» Or le premier acte de la décomposition de l'acide tartrique par la chaleur est une élimination d'eau qui donne naissance à des corps comparables soit à des acides anhydres, soit à des éthers de l'acide tartrique-alcool. Si donc on soumet cet acide à l'action de la chaleur en présence de l'eau, en vase clos, on peut retarder sa décomposition et espérer un autre résultat.

» On introduit 30 grammes d'acide tartrique droit avec 3 ou 4 grammes d'eau dans des tubes résistants que l'on scelle à la lampe et que l'on chauffe au bain d'huile à 175 degrés pendant trente heures. Après refroidissement, ces tubes contiennent, en même temps qu'un peu d'une substance noire insoluble, un liquide sirupeux et coloré qui peu à peu laisse déposer en abondance des cristaux aiguillés et finit par se prendre en masse. Lorsqu'on les

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. III, p. 34 (1855).

(2) *Leçons professées devant la Société chimique de Paris en* 1860, p. 41.

ouvre avec précaution, ils laissent échapper une assez forte quantité de gaz; et, dès que la pression a diminué, le produit se boursoufle et s'échappe en partie. On reprend le tout par l'eau, on porte à l'ébullition, on filtre et l'on évapore le liquide au bain-marie: par le refroidissement, il se forme des cristaux qui, si la concentration n'a pas été poussée trop loin, sont exclusivement composés d'acide racémique. On décante, on essore le produit et on le purifie par une nouvelle cristallisation dans l'eau. On peut obtenir ainsi, dès la seconde cristallisation, de l'acide racémique pur et blanc. Les eaux mères qui n'en déposent plus renferment en outre de l'acide droit non altéré, de l'acide inactif et des produits de décomposition. Il suffit de les concentrer en consistance sirupeuse, et de les chauffer de nouveau en vase clos à la même température pour obtenir une nouvelle quantité d'acide racémique.

» Dans tous les cas, il est important de maintenir aussi exactement que possible les tubes à 175 degrés : au-dessus, une trop forte proportion d'acide tartrique se détruit, et les tubes éclatent; au-dessous, la transformation ne s'effectue qu'avec lenteur. Si, au contraire, on remplit cette condition, on arrive à transformer presque complétement l'acide droit. Toutefois, les produits de destruction partielle s'accumulant dans les dernières liqueurs, il arrive un moment où les cristallisations ne se font plus régulièrement, et le résidu doit dès lors être abandonné. Je reviendrai prochainement sur ces produits de décomposition.

» J'ai dit que de l'acide tartrique subsiste toujours en quantité notable dans le contenu des tubes. Il sera intéressant de déterminer si sa transformation complète est possible, même en présence d'une grande quantité d'acide racémique, ou bien si, à la température de 175 degrés, il s'établit entre les corps en présence un équilibre stable, limitant la production du corps transformé; dans le second cas, la production de l'acide racémique devrait être attribuée à une réaction.

» L'acide racémique ainsi obtenu est identique avec celui que l'on extrait du tartre de certains vins. J'ai comparé avec soin un grand nombre de leurs propriétés, que j'ai trouvées identiques. Je me bornerai à indiquer que l'acide racémique artificiel, transformé en tartrate de soude et d'ammoniaque, donne deux sortes de cristaux différents : les uns sont hémièdres à droite et identiques au tartrate droit, les autres hémièdres à gauche et identiques au tartrate gauche. En un mot, l'acide artificiel peut être dédoublé en acides droit et gauche.

» Lorsqu'on opère de même avec de l'acide tartrique non additionné

d'eau, il se forme encore de l'acide racémique, mais en moindre quantité : il est alors accompagné des acides de M. Fremy. Or de l'eau a été mise en liberté dans la formation de ces derniers, et cette eau n'a pu s'échapper, puisqu'on opère en vase clos. On peut donc penser que, dans le mélange ainsi produit à 175 degrés, une portion de l'acide tartrique se trouve précisément dans les conditions de l'expérience précédente et se transforme en acide racémique.

» En suivant la méthode indiquée ci-dessus, j'ai pu me procurer rapidement 200 à 300 grammes d'acide racémique. Cependant, sur l'invitation bienveillante de M. Pasteur, j'ai fait quelques expériences sur de plus grandes quantités de matière.

» M. Ch. Girard ayant bien voulu mettre à ma disposition un autoclave en acier forgé, émaillé à l'intérieur et éprouvé à une très-forte pression, on a introduit dans cet appareil, dont le volume est de 1 litre, 650 grammes d'acide tartrique droit et 100 grammes d'eau, puis on l'a chauffé au bain d'huile. La température doit être ici portée plus haut que lorsqu'on opère dans des tubes chauffés de toutes parts : en maintenant la température à 180 degrés pendant quarante-huit heures, et en prenant soin de laisser échapper deux ou trois fois les gaz accumulés dans l'appareil, puis en traitant le produit comme nous l'avons dit, on peut avoir, en une seule opération, plusieurs centaines de grammes d'acide racémique. La production en grand de cet intéressant composé est donc parfaitement réalisable.

» En dehors du résultat pratique, ces faits me paraissent présenter quelque intérêt théorique; mais comme ils soulèvent diverses questions relatives à la modification et même à la production du pouvoir rotatoire, soit dans l'acide tartrique, soit dans plusieurs autres substances organiques, et que je poursuis mes recherches, je crois devoir attendre encore avant de les discuter. Je me bornerai actuellement à faire remarquer qu'ils justifient l'opinion de M. Pasteur sur le rôle de la cinchonicine dans l'expérience citée en commençant : cet alcaloïde n'intervient pas comme matière optiquement active, c'est la chaleur qui effectue la modification du pouvoir rotatoire. « En continuant, a dit M. Pasteur, de chauffer (le tartrate de cinchonicine), la cinchonicine s'altère, elle perd de l'eau, se colore et se transforme en quinoïdine. L'acide tartrique éprouve de son côté des modifications importantes, et, après cinq ou six heures d'une température soutenue à 170 degrés, une partie est devenue acide racémique (1). »

(1) *Comptes rendus*, t. XXXVII, p. 163; 1853.

Ne suffit-il pas de reproduire ici ces quelques lignes pour qu'il devienne évident que la décomposition de la cinchonicine, s'effectuant avec dégagement d'eau, doit contribuer à maintenir l'acide tartrique dans les conditions que je viens de montrer comme favorables à sa transformation?

» Il y a plus : la production de l'acide racémique par M. Dessaignes dans la distillation de l'acide inactif réalise jusqu'à un certain point les mêmes conditions, une portion de l'acide se décomposant en donnant de l'eau. Toutefois ce dernier cas présente un intérêt tout spécial et j'y reviendrai. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations magnétiques pendant l'éclipse du 11 décembre 1871, à Trevandrum.* Note de **M. Broun.**

« A la suite des résultats obtenus par M. Diamilla-Müller et d'autres observateurs pendant l'éclipse de décembre 1870 (1), M. Chambers, directeur de l'Observatoire de Bombay, a désiré obtenir les observations magnétiques de l'Observatoire de Trevandrum pendant l'éclipse de décembre 1871, afin de les comparer avec les observations simultanées de Bombay.

» J'avais observé précédemment les instruments magnétiques pendant deux éclipses de soleil, sans avoir vu la moindre apparence d'irrégularité; les notes de ces observations n'ont pas été conservées; celles qui ont été faites pendant l'éclipse de décembre 1871 peuvent, dans l'état actuel de la question, avoir quelque intérêt, vu la position de Trevandrum près de la ligne d'éclipse centrale.

» Voici les observations qui ont été faites par mon premier aide, M. M. Cochucunju :

Observations magnétiques faites à Trevandrum toutes les cinq minutes, depuis décembre 11ʲ 17ʰ 28ᵐ *jusqu'à* 11ʲ 21ʰ 48ᵐ, *temps moyen de Trevandrum* (1871).

Temps moyen de Trevandrum.	Déclinaison		Force horizontale		Force verticale	
	observée.	Changement.	observée.	Changement.	observée.	Changement.
h m s	′	′	div.	div.	div.	div.
17.28.10........	50,83		24,35		56,65	
33	50,75	−0,08	24,84	+0,49	56,70	+0,05
38	50,66	−0,09	24,98	+0,14	56,70	,00
43	50,55	−0,11	25,87	+0,89	56,70	,00
48	50,42	−0,13	26,88	+1,01	55,90	— ,80

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 574.

Temps moyen de Trevandrum.	Déclinaison observée.	Déclinaison Changement.	Force horizontale observée.	Force horizontale Changement.	Force verticale observée.	Force verticale Changement.
h m s	′	′	div.	div.	div.	div.
17.53.10	50,27	−0,15	27,29	+0,41	55,75	− ,15
58	50,20	−0,07	27,93	+0,64	55,85	+ ,10
18. 3.10	50,13	−0,07	28,52	+0,59	55,95	+ ,10
8	50,15	+0,02	28,91	+0,39	55,95	,00
13	50,00	−0,05	29,60	+0,69	55,85	− ,10
18	49,97	−0,03	30,79	+1,19	55,85	,00
23	49,91	−0,06	32,03	+1,24	55,55	− ,30
28	49,76	−0,15	33,87	+1,84	55,25	− ,30
33	49,71	−0,05	35,66	+1,79	55,05	− ,20
L'éclipse a commencé à 18h 35m 7s.						
18.38	49,59	−0,12	36,25	+0,59	54,95	− ,10
43	49,55	−0,04	37,04	+0,79	54,90	− ,05
48	49,42	−0,13	38,13	+1,09	54,75	− ,15
53	49,50	+0,08	38,52	+0,39	54,75	,00
58	49,56	+0,06	38,90	+0,38	54,55	− ,20
19. 3.10	49,56	,00	40,04	+1,14	54,25	− ,30
8	49,58	+0,02	40,03	−0,01	54,15	− ,10
13	49,58	,00	41,39	+1,36	53,95	−0,20
18	49,56	−0,02	42,61	+1,22	53,75	−0,20
23	49,53	−0,03	43,10	+0,49	53,75	,00
28	49,53	,00	43,69	+0,59	53,55	− ,20
33	49,47	−0,06	43,73	+0,04	53,60	+0,05
38	49,53	+0,06	44,07	+0,34	53,25	− ,35
43	49,56	+ ,03	45,81	+1,74	52,95	− ,30
48	49,66	+ ,10	47,65	+1,84	52,55	− ,40
53	49,80	+ ,14	49,84	+2,19	52,05	− ,50
58	49,89	+ ,09	50,88	+1,04	51,75	− ,30
20. 3.10	49,96	+ ,07	51,21	+0,33	51,65	− ,10
8	50,16	+ ,20	52,20	+0,99	51,25	− ,40
13	50,19	+ ,03	53,49	+1,29	51,10	− ,15
18	50,28	+ ,09	54,93	+1,44	50,75	− ,35
23	50,39	+ ,11	55,77	+0,84	50,35	− ,40
28	50,48	+ ,09	56,61	+0,84	50,15	− ,20
33	50,57	+ ,09	58,15	+1,54	50,00	− ,15
38	50,63	+ ,06	60,54	+2,69	49,55	− ,45
43	50,69	+ ,60	61,53	+0,69	49,35	− ,20
L'éclipse a fini à 20h 45m 6s.						
20.48.10	50,80	+0,11	63,97	+2,44	49,05	−0,30
53	50,95	+ ,15	65,86	+1,89	48,90	− ,15

Temps moyen de Trevandrum.	Déclinaison observée.	Déclinaison Changement.	Force horizontale observée.	Force horizontale Changement.	Force verticale observée.	Force verticale Changement.
h m s	′	′	div.	div.	div.	div.
20.58.10........	51,01	+ ,06	65,85	−0,01	49,00	+ ,10
21. 3	51,17	+ ,16	66,89	+1,04	49,00	,00
8	51,20	+ ,03	68,27	+1,38	48,90	− ,10
13	51,23	+ ,03	70,56	+2,29	48,75	− ,15
18	51,29	+ ,06	73,00	+2,44	48,15	− ,60
23	51,32	+ ,03	72,24	−0,76	48,35	+ ,20
28	51,37	+ ,05	70,93	−1,31	48,80	+ ,45
33	51,48	+ ,11	70,47	−0,46	48,90	+ ,10
38	51,56	+ ,08	70,51	+0,04	49,00	+ ,10
43	51,64	+ ,08	70,40	−0,11	49,00	,00
48	51,78	+ ,12	70,49	+0,09	48,90	− ,10

» *Observation.* — Une division de l'échelle pour la force horizontale est égale à 0,0000511, la force horizontale à Trevandrum étant égale à l'unité. Les données pour déterminer la valeur des divisions de l'échelle pour la force verticale me manquent pour le moment.

» La variation de la température, pendant les observations, a été, pour le bifilaire, 0°,2 F., et pour la balance 0°,1 F. Les observations du bifilaire ont été corrigées de la variation de la température.

» On verra que les petites variations, en passant d'un observatoire à un autre, ne paraissent pas changer de caractère avant, pendant ou après l'éclipse.

» On pourrait se demander si le changement d'une heure à une autre n'est pas ici plus grand que dans les autres circonstances. Pour répondre à cette question, il faudrait avoir des observations faites pendant des jours sans éclipse où toutes les autres conditions seraient les mêmes. J'ai choisi, pour cet objet, les observations faites pendant les jours de la nouvelle lune, 13 décembre 1860, 2 décembre 1861 et 22 décembre 1862 (près de dix ans avant 1871, à cause de la variation décennale). Les excès des valeurs observées au-dessus de la plus petite, dans chaque cas, sont donnés dans les tableaux suivants :

Déclinaison magnétique.

Temps moyen de Trevandrum.	12 décembre 1860.	1er décembre 1861.	21 décembre 1862.	11 décembre 1871.
h m	′	′	′	′
17.28................	0,79	0,77	1,56	1,30
18.20................	0,00	0,00	0,76	0,23
19.28................	0,14	0,21	0,00	0,00
20.28................	1,11	1,55	0,80	0,95
21.28................	2,24	2,50	1,60	1,73

Force horizontale.

Temps moyen de Trevandrum.	12 déc. 1860.	1er déc. 1861.	21 déc. 1862.	22 déc. 1859.	11 déc. 1871.
h m	div.	div.	div.	div.	div.
17.30........	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18.30........	5,89	6,75	3,80	11,39	9,52
19.30........	17,84	13,55	13,16	26,11	19,34
20.30........	32,84	27,86	24,30	47,37	32,26
21.30........	42,34	35,27	27,79	61,08	46,58

Force verticale.

Temps moyen de Trevandrum.	12 décembre 1860.	1er décembre 1861.	11 décembre 1871.
h m	div.	div.	div.
17.31......................	16,50	9,00	7,85
18.31......................	14,75	8,30	6,45
19.31......................	8,80	7,00	4,75
20.31......................	1,40	1,30	1,35
21.31......................	0,00	0,00	0,00

» On a pris un jour de nouvelle lune de plus pour la force horizontale; les observations manquent pour la force verticale le 22 décembre 1872.

» Je ne vois rien de remarquable dans les observations du 11 décembre 1871, qui ne se trouve dans l'un ou l'autre des jours sans éclipse.

» L'oscillation de l'aimant, à chaque observation du premier tableau, n'a pas excédé 0',1 pour la déclinaison; pour la force horizontale, elle a été jusqu'à 1',5 (égale 3,4 divisions de l'échelle) à $17^h 48^m$, ce qui a été dû à l'ouverture de la porte de la chambre dans laquelle les instruments sont enfermés; mais, à partir de $18^h 15^m$, l'oscillation n'a pas excédé 0',5; pour la force verticale, l'oscillation a été nulle. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1872.

Annales de Chimie et de Physique; juillet 1872; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; juin et juillet 1872; in-8°.

Annales du Génie civil; juillet 1872; in-8°.

Annales industrielles; n°s 26-27, 2e semestre, n°s 2 à 5, 1872; in-4°.

Annales médico-psychologiques; mai 1872; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^{os} des 7, 14 et 21 juillet 1872; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n°s 175, 1872; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n°s 4-5, 1872; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; t. XXXIII, n°s 4 à 6, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Comptes rendus n°s 3-4; Revue bibliographique, D., 1872; in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; n°s 7-8, 1872; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; n°s 56 à 60, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; juillet 1872; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n°s 6, 7, 1872; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; octobre 1871; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^{os} des 30 juin, 15 et 30 juillet 1872; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 7, 1872; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 6, 1872; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 6, 1872; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 1 à 5, 2er semestre 1872; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 22 à 26, 1872; in-4°.

Écho médical et pharmaceutique belge; n° 7, 1872; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 75 à 90, 1872; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 26 à 30, 1872; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* avril 1872; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; mai, juin 1872; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; février, mars 1872; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 27 à 31, 1872; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 169 à 172, 1872; in-8°.

Journal de l'Eclairage au Gaz; nos 13 et 14, 1872; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; juillet 1872; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juillet 1872; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 12 à 14, 1872; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 12 à 16, 1872; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 17 à 20, 1872; in-8°.

La Revue scientifique; n° 53, 2e année nos 1 à 5, 1872; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 27 à 32, 1872; in-4°.

L'Aéronaute; juin 1872; in-8°.

L'Art dentaire; juillet 1872; in-8°.

L'Art médical; juillet 1872; in-8°.

Le Gaz; n° 1, 16e année, 1872; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 13 à 15, 1872; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; juillet 1872; gr. in-8°.

Le Mouvement médical; n° 26, 1872; in-4°.

Les Mondes; nos 9 à 14, 1872; in-8°.

Le Messager agricole; juillet 1872; in-8°.

Magasin pittoresque; juin, juillet 1872; in-4°.

Marseille médical; n° 7, 1872; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* nos 8, juin 1872; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de médecine; t. XXIX, n° 1, 1872; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; n° 5, mai 1872; in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juillet 1872; in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society; n°s 45, 46, 1872; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; juin 1872; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; juillet 1872; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; juillet 1872; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 13 à 15, 1872; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 35 à 38, 1872; in-8°.

Revue maritime et coloniale; juillet 1872; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; juillet 1872; in-8°.

Société linnéenne du Nord de la France, Bulletin mensuel; n° 1, juillet 1872; in-8°.

Vierteljahrss chrift der astronomischen gesellschaft; avril 1872; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 juillet 1872.)

Page 240, ligne 2, *au lieu de* $\sum \frac{m}{2} v^2$, *lisez* $\sum \frac{m}{2} \bar{v}^2$.

(Séance du 5 août 1872.)

Page 292, il faut rétablir de la manière suivante le troisième alinéa :

Les sulfite et hyposulfite de soude, le sulfocyanure de potassium fournissent, par une fermentation qui tantôt s'arrête en chemin, tantôt se poursuit jusqu'à son terme naturel, une liqueur alcoolique contenant de l'aldéhyde, qui, étant distillée en présence d'une dissolution de potasse, fournit un alcool exhalant fortement l'odeur agréable de fruitier....

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Juill. 1872.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres anciens (1). Salle méridienne. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Température moyenne de l'air à 29 mètres.	Température moyenne du sol à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.	Thermomètres dans le vide (T − t) (1).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	754,8	»	»	»	14,7	22,1	18,4	»	20,50	20,15	20,30	17,46	8,2	9,64	66,5	»	12,5
2	758,5	»	»	»	11,2	22,4	16,8	»	20,49	19,52	19,99	17,58	5,8	9,40	68,5	»	8,0
3	760,2	»	»	»	12,1	23,5	17,8	»	22,24	20,23	20,09	17,64	8,7	8,41	57,5	»	11,0
4	761,4	»	»	»	10,6	25,2	17,9	»	22,46	20,55	20,37	17,71	9,3	9,98	59,0	»	5,0
5	758,6	»	»	»	14,4	27,2	20,8	»	23,86	21,60	21,01	17,81	9,7	11,34	61,7	»	»
6	753,2	»	»	»	14,8	28,7	21,7	»	25,00	22,30	21,54	17,97	8,9	10,82	54,5	»	»
7	749,1	»	»	»	15,2	31,1	23,1	»	24,96	22,82	21,75	18,19	6,3	10,36	54,5	»	8,0
8	753,3	»	»	»	13,9	22,8	18,3	»	20,53	21,13	21,78	18,39	5,8	9,32	69,5	»	16,0
9	753,8	»	»	»	12,2	24,9	18,5	»	23,68	21,35	21,28	18,51	9,1	9,35	63,7	»	6,5
10	754,5	»	»	»	13,2	26,6	19,9	»	22,69	21,48	21,41	18,58	5,8	11,52	69,7	»	7,5
11	753,2	»	»	»	12,9	29,5	21,2	»	25,48	22,47	21,82	18,68	7,2	10,84	52,2	»	9,5
12	755,3	»	»	»	16,6	22,3	19,4	»	20,44	20,98	21,59	18,75	4,4	12,14	85,5	»	11,0
13	753,8	»	»	»	12,2	19,7	15,9	»	18,50	18,92	20,20	18,80	7,4	10,14	79,5	»	15,0
14	750,6	»	»	»	11,4	19,8	15,6	»	16,81	17,63	18,94	18,66	4,2	11,20	85,2	»	20,0
15	753,1	»	»	»	12,6	21,2	16,9	»	19,08	18,35	18,86	18,41	6,6	11,07	78,0	»	16,5
16	754,7	»	»	»	14,3	23,7	19,0	»	19,96	19,15	19,34	18,23	6,4	11,34	76,7	»	15,0
17	752,7	»	»	»	13,0	19,1	16,0	»	19,05	18,80	19,22	18,11	3,4	12,57	89,2	»	9,0
18	754,8	»	»	»	13,4	22,6	18,0	»	18,59	18,57	19,09	18,05	5,8	9,72	69,2	»	2,5
19	758,3	»	»	»	10,0	27,1	18,5	»	21,37	19,53	19,34	18,00	8,3	10,16	56,5	»	3,5
20	758,6	»	»	»	13,9	29,0	21,4	»	23,82	21,40	20,60	18,00	10,1	11,28	56,2	»	6,0
21	757,0	»	»	»	15,6	31,3	23,4	»	24,68	22,40	21,67	18,16	8,8	12,25	55,0	»	2,5
22	753,1	»	»	»	16,8	34,4	25,6	»	26,28	23,65	22,61	18,44	9,2	14,46	52,0	»	4,0
23	750,2	»	»	»	19,2	31,6	25,4	»	25,46	23,73	23,18	18,75	6,9	14,78	65,2	»	»
24	752,9	»	»	»	18,9	30,3	24,6	»	25,22	23,85	23,32	19,08	4,5	15,84	74,7	»	10,0
25	751,2	»	»	»	19,4	33,7	26,5	»	26,87	24,53	23,77	19,37	8,6	11,65	45,0	»	6,5
26	752,4	»	»	»	18,8	32,7	25,7	»	27,18	25,15	24,40	19,67	6,2	13,74	62,0	»	6,0
27	756,1	»	»	»	17,6	30,5	24,0	»	24,34	23,52	24,30	19,93	6,0	14,16	79,0	»	10,5
28	756,5	»	»	»	14,5	27,4	20,9	»	23,36	23,00	23,47	20,17	6,2	14,51	80,0	»	»
29	752,0	»	»	»	15,6	24,4	20,0	»	22,38	22,22	22,98	20,25	5,1	13,03	80,0	»	16,5
30	748,5	»	»	»	15,5	25,3	20,4	»	22,34	21,65	21,69	20,22	6,0	11,19	68,0	»	12,5
31	752,6	»	»	»	15,9	22,1	19,0		21,05	21,00	21,90	20,12	6,7	9,87	66,2	»	4,0
Moy.	754,3	»	»	»	14,5	26,2	20,3	»	22,54	21,34	21,35	18,64	7,0	11,49	67,1	»	8,2

(1) Observatoire de Paris. — Un accident a produit des lacunes pendant le mois de juillet.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — JUILL. 1872.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE(1). Observation de 9 heures du matin.			PLUIE.		ÉVAPORATION.	VENTS.		NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
	Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Terrasse (2).	Montsouris.		Direction et force.	Nuages.		
	° ′	° ′		mm	mm					
1	»	»	»	?	1,9	6,2	O modéré.	O	0,5	Pluie d'orage vers 2h m.
2	»	»	»	»	»	4,8	O faible.	ONO	0,6	Brume.
3	»	»	»	»	»	8,0	NO faible.	NO	0,4	Id.
4	»	»	»	»	»	8,6	N modéré.	NNE	0,2	Id.
5	»	»	»	»	»	5,7	NE faible.	NE	0,1	Vaporeux.
6	»	»	»	»	»	5,8	E faible.	SE	0,2	Id.
7	»	»	»	»	»	6,6	ESE modéré.	O	0,6	De 4h 45m à 5h s., orage à ENE.
8	»	»	»	1,3	1,4	5,1	ONO modéré.	ONO	0,7	Pluie le matin.
9	»	»	»	»	0,2	5,9	SO modéré.	SO	0,5	Petite pluie le soir.
10	»	»	»	0,1	0,1	4,7	SSO faible.	SSO	0,5	Orageux.
11	»	»	»	»	»	6,7	SE faible.	S	0,5	Éclairs dans la soirée.
12	»	»	»	5,1	6,0	2,9	SSO modéré.	SSO	0,8	Orages de 7 h. 20 m à 8 h. 30 m, et de 9 h 30 m à 10 h 30 s.
13	»	»	»	2,1	8,0	3,4	SSO assez fort.	SSO	0,7	Tonn. à 9h 30m m. et à midi 45m.
14	»	»	»	14,6	12,6	2,5	O modéré.	O	0,7	Pluvieux.
15	»	»	»	3,2	0,4	4,2	ONO modéré.	ONO	0,7	Légère brume.
16	»	»	»	»	»	3,4	O faible.	O	0,6	Brume.
17	»	»	»	0,1	6,7	1,0	SE faible.	SE	0,9	Pluvieux.
18	»	»	»	5,3	0,2	4,2	NNO faible.	NNO	0,5	Brouillard.
19	»	»	»	»	»	6,8	SSO faible.	SSO	0,3	Brume.
20	»	»	»	»	»	5,5	ESE faible.	S	0,2	Id.
21	»	»	»	»	»	6,7	E faible.	S	0,1	Id.
22	»	»	»	»	»	6,9	SE faible.	SO	0,3	Brume, rosée.
23	»	»	»	»	0,0	5,3	SSO faible.	SO	0,7	Orages à 1h s. et 2h 5m s.
24	»	»	»	0,1	0,1	3,6	SN, NNO faib.	S	0,8	Tonnerre à O de midi à 3h s.
25	»	»	»	»	»	9,0	SE modéré.	SSE	0,4	Brume.
26	»	»	»	»	0,2	6,5	S modéré.	S	0,7	Orage de 8 h à 9h s. Coup de vent d'O.
27	»	»	»	0,3	25,2	4,4	OSO, ENE faib.	S	0,6	Orage de 7h 15m à 8h 15m s.
28	»	»	»	33,1	1,0	3,2	Variab. faible.	SSE	0,8	Éclairs toute la soirée.
29	»	»	»	2,9	0,6	3,8	SSO faible.	SO	0,7	Pluvieux.
30	»	»	»	0,7	»	4,5	SO faible.	SO	0,5	Étoiles filantes à minuit.
31	»	»	»	»	»	5,5	N faible.	NNO	0,6	Nuageux.
Moy.	»	»	»	68,9	64,6	161,4			0,53	

(1) Les pavillons magnétiques sont en installation. (2) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire de Paris.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Juillet 1872.

Résumé des observations régulières.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	754,55	754,70	754,35	753,88	753,60	754,27	754,39	754,43 (1)
Pression de l'air sec	742,43	743,08	743,44	743,42	742,79	742,38	742,88	742,95 (1)
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (jardin)	17,92	20,54	23,55	24,46	23,02	19,37	16,68	20,08 (1)
Thermomètre à alcool incolore (jardin)	17,84	20,47	23,54	26,39	23,08	19,47	16,90	20,09 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	30,39	36,70	43,43	41,09	30,99	»	»	38,05 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T	29,35	34,95	40,39	39,17	29,97	»	»	36,12 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	23,11	27,07	32,06	31,43	26,09	»	»	29,16 (2)
Excès $(T' - t)$	7,88	9,63	11,37	9,66	4,90	»	»	8,89 (2)
Excès $(T - t)$	6,24	7,88	8,33	7,74	3,88	»	»	6,96 (2)
Température du sol à 0m,02 de profondr	19,21	21,86	27,03	28,61	25,23	21,58	19,67	22,54 (1)
» 0m,10 »	20,07	20,36	21,64	22,73	22,84	22,11	21,26	21,34 (1)
» 0m,20 »	20,71	20,61	21,01	21,61	22,05	22,02	21,66	21,32 (1)
» 0m,30 »	21,22	21,03	20,96	21,11	21,50	21,76	21,65	21,35 (1)
» 1m,00 »	18,59	18,61	18,64	18,66	18,66	18,65	18,65	18,64 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	12,12	11,62	10,91	10,56	10,81	11,89	11,51	11,48 (1)
État hygrométrique en centièmes	79,3	65,6	51,2	47,8	52,6	71,2	80,5	67,1 (1)
Pluie en millimètres (jardin)	6,9	11,0	10,1	4,8	4,1	25,8	1,9	t. 64,6
Évaporation moy. diurne en millim	0,43	0,34	0,95	1,27	1,21	0,67	0,35	5,22
Inclinaison magnétique (3)	»	»	»	»	»	»	»	»
Déclinaison magnétique (3)	»	»	»	»	»	»	»	»

Température moyenne des maxima et minima (salle méridienne de l'Observatoire de Paris)	»
» » » (Montsouris)	20,3
Pluie en millimètres (terrasse de l'Observatoire de Paris)	68,9
» (Montsouris, jardin)	64,6
Évaporation totale du mois en millimètres	161,6

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(3) Les pavillons magnétiques sont en installation.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AOUT 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur les lois du refroidissement* [suite (*)]; *par* MM. Jamin *et* Richard.

Deuxième partie. — Pouvoir refroidissant des gaz.

« Dans la séance du 15 juillet dernier, nous avons annoncé à l'Académie qu'un gaz échauffé à $\theta + \partial\theta$ dans une enceinte dont les parois sont à θ° se refroidit régulièrement, et perd, pendant chaque unité de temps, une quantité de chaleur exprimée par la loi que Dulong et Petit ont trouvée pour les solides, et qui est

$$q = \mathrm{SKH}^{c'}\,\partial\theta^{d'},$$

S exprimant la surface de l'enceinte et K un coefficient dépendant du gaz.

» Nous allons aujourd'hui chercher la chaleur qu'une masse gazeuse enlève, par son contact, à un solide échauffé placé au milieu d'elle. L'appareil reste le même. C'est un grand ballon de verre, plongé dans un baquet rempli d'eau toujours agitée par un courant d'air, et maintenu à une température θ sensiblement invariable. La pression initiale H est donnée par un manomètre à mercure, et les accroissements de pression h par un

---

(*) *Voir* la première Partie, p. 105.

manomètre à eau. Le corps échauffé n'est plus un thermomètre, mais un fil de platine traversé par un courant électrique; il ne se refroidit pas progressivement, il reste, au contraire, à une température constante et émet une quantité de chaleur invariable. Le gaz en prend une portion, il s'échauffe, et sa pression augmente jusqu'à une limite h. Quand l'état stationnaire est atteint, la chaleur q' prise par le gaz au fil est égale à celle qu'il cède aux parois, ou à q. Comme on connaît celle-ci, on va pouvoir trouver celle-là, c'est-à-dire la vitesse de refroidissement du fil en fonction de son excès t de température et de la pression H du gaz.

» I. Pour y arriver, il faut d'abord mesurer cet excès de température t du fil. Or on sait que la résistance électrique du platine augmente avec la température. Des expériences nombreuses, et qui seront bientôt publiées, ont été exécutées à ce sujet dans mon laboratoire par M. R. Benoît : elles ont montré que, par une exception précieuse, la résistance de ce métal croît proportionnellement à la température, jusqu'à la volatilisation du soufre et probablement au delà; de sorte que les résistances r et r', à θ et à $t + \theta$, sont

$$r = r_0(1 + \mu\theta), \quad r' = r_0[1 + \mu(t + \theta)];$$

par suite

$$r' - r = r_0\mu t.$$

L'augmentation de résistance du fil de platine est donc proportionnelle à son excès de température t, qui sera connu en degrés centigrades quand on aura déterminé r_0 et μ. On verra que cette détermination est inutile; qu'il suffit d'exprimer t par les valeurs de $r' - r$ qui lui sont proportionnelles, ce qui revient à changer l'échelle thermométrique.

» Pour mesurer l'accroissement de résistance $r' - r$, le courant électrique est divisé en deux rameaux, passant tous deux, d'abord à travers des fils de cuivre de grande section, peu résistants et égaux, qui s'enroulent un même nombre de fois en sens contraire sur une boussole différentielle. On continue ensuite la première branche par le fil du ballon r', et la seconde par un rhéostat à curseur de mercure, construit suivant le modèle qu'a imaginé Pouillet, et par un deuxième fil identique à celui du ballon, mais plongé dans l'eau à θ et gardant sa résistance r. Quand le courant passe, l'aiguille est déviée : on la ramène au zéro en ajoutant une longueur de rhéostat qui compense et mesure l'accroissement de résistance $r' - r$, et, par suite, l'excès de température t.

» II. Pendant que le courant circule dans le fil et lui donne un excès de température $r' - r$, la pression du gaz s'élève jusqu'à une limite $H + h$.

Si l'on change l'intensité du courant, $r' - r$ et h varient en même temps; ils varient également tous deux si l'on change la pression initiale H. On peut faire abstraction du courant, qui n'est ici qu'un moyen de produire la chaleur, et dire que $r' - r$ est une fonction de H et de h, fonction qu'il s'agit de déterminer.

TABLEAU N° 1.

Refroidissement du fil dans l'hydrogène.

($d = 1,17$; $c = 0,37$; $n = 0,000267$.)

H = 814,5			H = 788,4			H = 656,2			H = 587,7			H = 543,2		
h	r' — r		h	r' — r		h	r' — r		h	r' — r		h	r' — r	
	obs.	calc.		obs.	calc.		obs.	calc.		obs.	calc.		obs.	calc.
222	1920	1865	217	1847	1862	196	1921	1921	180	1941	1908	192	2344	2389
161	1352	1060	156	1346	1341	127	1244	1229	122	1271	1271	138	1729	1704
100	817	817	102	881	869	74	683	693	70	685	710	93	1132	1134
33	256	260	32	255	261	29	225	263	27	244	263	49	610	590

H = 481,3			H = 407,3			H = 313,2			H = 182,3			H = 73,9		
h	r' — r		h	r' — r		h	r' — r		h	r' — r		h	r' — r	
	obs.	calc.		obs.	calc.		obs.	calc.		obs.	calc.		obs.	calc.
176	2408	2363	164	2509	2538	140	2617	2617	99	2931	2962	59	3588	3805
133	1794	1774	122	1859	1873	104	1952	1934	72	2108	2145	42	2729	2718
91	1171	1197	80	1225	1220	70	1294	1281	49	1528	1447	29	1852	1852
50	631	640	44	673	661	40	718	718	29	825	832	11	1224	"

» A cet effet, on a fait plusieurs séries d'observations sous des pressions initiales H différentes, par exemple 814^{mm}, 788^{mm},..., $73^{mm},9$, et dans chaque cas on a fait varier le nombre des éléments de la pile, de 5 à 20, ce qui a donné autant de couples de valeurs de h et de $r' - r$ qu'il y a eu d'observations. Prenons l'une de ces séries, par exemple celle qui a été exécutée sur l'hydrogène sous la pression $788^{mm},4$, et construisons la série des points qui ont pour abscisses $\log h$ et pour ordonnées $\log(r' - r)$. Le tracé montre immédiatement que tous ces points s'alignent en une droite

très-régulière, qui fait avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est 1,02; elle a pour équation

$$(2) \qquad \log(r' - r) = \log A + 1,02 \log h.$$

» Si maintenant on passe de cette série à celles qui répondent à d'autres pressions, depuis $814^{mm},5$ jusqu'à $73^{mm},9$, on trouve dans chaque cas une droite parallèle à la précédente; toutes font avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est 1,02. Ces résultats sont consignés dans le tableau suivant, qui résume une partie des expériences que nous avons faites sur l'hydrogène. L'accord entre le calcul et l'expérience se soutient rigoureusement.

» Il est prouvé maintenant que le coefficient de $\log h$ est indépendant de la pression; mais comme les diverses droites diffèrent par leur ordonnée à l'origine, il faut que $\log A$ soit une fonction de H, fonction que nous allons maintenant chercher.

» A cet effet, donnons à $\log h$ une valeur constante, mais quelconque, par exemple 2,000; prenons sur les diverses droites les valeurs correspondantes de $\log(r' - r)$ pour les pressions H auxquelles chaque droite correspond : nous en tirons

$$\log A = \log(r' - r) - 1,02 \times 2,000.$$

» Nous construisons ensuite ces valeurs de $\log A$ en prenant H pour abscisse, et nous obtenons autant de points qu'il y avait de valeurs de H. Or ces points s'alignent encore en une droite très-bien dessinée, qui fait avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est $-0,88$. Son équation est

$$\log A = \log k - 0,88 \log H.$$

» Les nombres suivants montrent la concordance des observations et du calcul :

H	$r' - r$	
	Observé.	Calculé.
814,5	819	819
788,4	847	847
656,2	954	971
587,7	1024	1084
543,2	1203	1163
481,3	1320	1311
407,3	1526	1498
313,2	1843	1868
182,3	2988	2954
73,9	6494	6637

» En supposant maintenant que H et h soient tous deux variables, on a, en remplaçant A par sa valeur dans l'équation (2),

$$(3)\qquad \log(r'-r) = \log k - 0{,}88 \log \mathrm{H} + 1{,}02 \log h,$$

ou

$$r'-r = k\frac{h^{1,02}}{\mathrm{H}^{0,88}};$$

k est une constante qui se détermine par l'ensemble des mesures.

» En exécutant les mêmes observations pour l'air et l'acide carbonique, on est arrivé à la même formule

$$r'-r = k\frac{h^{\alpha}}{\mathrm{H}^{\beta}}.$$

Les valeurs de α et β sont les suivantes :

	Acide carbonique.	Air.	Hydrogène.
α..............	0,79	0,88	1,02
β..............	—0,61	—0,80	—0,88

» III. Nous arrivons maintenant, par une déduction toute naturelle, à la loi du refroidissement. En effet, puisque le gaz, parvenu à sa température stationnaire $\theta + d\theta$, prend au fil une quantité de chaleur q' égale à celle qu'il rend à la paroi extérieure, il suffit d'égaler q et q'. Or la quantité q est connue : elle est, d'après notre précédent travail, égale à $\beta k' \frac{h^{d'}}{\mathrm{H}^{d'-c'}}$, ou, en prenant les logarithmes,

$$(4)\qquad \log q = \log \beta k' + d' \log h - (d'-c') \log \mathrm{H};$$

d'autre part, nous venons de trouver par l'expérience

$$(3)\qquad \log(r'-r) = \log k + \alpha \log h - \beta \log \mathrm{H}.$$

En éliminant h entre ces deux équations, on aura q en fonction de $r'-r$ et de H, c'est-à-dire la loi du refroidissement. Cette élimination conduit à une équation de la forme

$$(5)\qquad \log q = \log n + d \log(r'-r) + c \log \mathrm{H},$$

et, en repassant aux nombres,

$$(6)\qquad q = n(r'-r)^{d}\mathrm{H}^{c},$$

ce qui est exactement la loi de Dulong et Petit, retrouvée par un procédé entièrement différent.

» Voici les valeurs des constantes :

	Acide carbonique.	Air.	Hydrogène.
h	0,922	2,57	26,70
c..	0,37	0,44	0,42
d........	1,17	1,28	1,30

» Les exposants diffèrent peu de ceux qu'avaient trouvés Dulong et Petit. Nous n'insisterons pas aujourd'hui sur ce point, attendu que nous croyons ces exposants variables : nous nous proposons d'y revenir dans une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Mémoire sur l'action comparée de l'ozone sur le sulfate d'indigo et l'acide arsénieux ; par* **MM. Arn. Thenard** *et* **P. Thenard.**

« De quelle nature est l'ozone? Tel est le problème sur la solution duquel l'un de nous, à l'aide de ses nouveaux appareils, espère jeter quelque jour, et qui, en raison des emprunts que la Physique, en une telle question, fait à la Chimie, lui a fait aujourd'hui demander le concours de l'autre.

» Voici les résultats de notre première étude :

» A l'instar de l'hypermanganate de potasse et de bien d'autres corps, l'ozone décolore l'indigo et oxyde l'acide arsénieux; mais tandis que pour l'acide arsénieux la même quantité d'oxygène, de quelque source qu'elle provienne, est nécessaire, la proportion à l'égard de l'indigo restant encore la même pour l'hypermanganate de potasse et les autres oxydants, se réduit à un tiers pour l'ozone.

» En sorte que l'ozone décolore trois fois plus d'indigo que la loi des équivalents ne le donnait à prévoir.

» Comme nous l'avons déjà fait pressentir, cette réaction s'exécute en deux temps bien marqués : tandis, en effet, qu'elle est presque instantanée au premier, et que les deux tiers de l'indigo disparaissent ainsi, elle est très-lente au second et met plusieurs heures à s'achever.

» Tel est le fait qui domine dans ce travail ; nous allons maintenant le préciser en donnant les détails de nos expériences : peut-être les trouvera-t-on un peu longs et trop circonstanciés; mais la délicatesse du sujet et l'incrédulité de beaucoup de savants à l'égard de l'ozone commandaient de ne pas les ménager.

» § I. *Des liqueurs indigotiques employées.* — N° 1. 40 grammes de bon indigo ont été mis à digérer à froid pendant six jours dans 240 grammes d'acide de Nordhausen, puis traités par l'eau, filtrés et étendus à trois litres :

richesse $\frac{1}{75}$. Indépendamment des impuretés naturelles à l'indigo, cette liqueur contenait des traces d'acide sulfureux sensibles à l'odorat avant l'addition de l'eau.

» N° 2. C'est la liqueur n° 1 étendue de 2 fois son volume d'eau : richesse $\frac{1}{225}$.

N° 3. C'est la liqueur n° 2 portée par addition d'eau à 25 fois son volume : richesse $\frac{1}{5625}$.

» § II. *Du titrage de l'indigo.* — C'est la liqueur n° 3 qui a servi au titrage; il a été exécuté sur 50 centimètres cubes auxquels on a ajouté 25 centimètres cubes d'acide sulfurique, au vingtième.

La liqueur manganique qui a servi à l'opérer était celle qui nous sert au titrage de l'ozone par l'acide arsénieux, seulement elle avait été étendue à 5 volumes, c'est-à-dire qu'elle titrait $0^{mm},1906$ d'oxygène disponible par centimètre cube.

» La moyenne d'un grand nombre d'opérations a exigé $3^{cc},1$, le minimum dépassant 3 centimètres cubes et le maximum se tenant au-dessous de $3^{cc},2$.

» Pour montrer la sensibilité de ce réactif, nous devons ajouter que moins de $\frac{1}{2}$ centimètre cube de la liqueur indigotique ramenait nettement au vert la teinte jaune clair obtenue par l'hypermanganate, et qu'une goutte de celui-ci suffisait pour revenir au point premier.

» De ces essais il faut conclure que : la liqueur n° 3 exigeait pour 100 centimètres cubes $6^{cc},2$ d'hypermanganate ; la liqueur n° 2, 155 centimètres cubes; la liqueur n° 1, 465 centimètres cubes, c'est-à-dire $= 11,82 \equiv 29,54$ et 88,63 milligrammes d'oxygène, tandis que la liqueur arsénieuse en exigeait 95,30.

» Quand on a substitué à l'hypermanganate de l'hypochlorite de chaux, les choses sont restées les mêmes à moins de 2 pour 100 près.

» § III. Après ces constatations préliminaires, on est passé à l'action qu'exerce la même quantité d'ozone sur l'indigo, d'une part, et l'acide arsénieux, de l'autre.

» Deux séries d'expériences ont été poursuivies dans ce but :

» 1° Avec de l'oxygène ozoné riche à 15 milligrammes environ par litre;

» 2° Avec de l'oxygène ozoné riche à 38 milligrammes environ.

» Et, par des tâtonnements méthodiques, on a déterminé quelle part il fallait accorder à l'action immédiate et quelle part à l'action continuatrice.

» *Première série*. Mode d'expérimentation : titre de l'oxygène ozoné, de $14^{mm},72$ à $15^{mm},60$.

» Jauge des flacons, 354 à 360 centimètres cubes; durée de l'emplissage, 7 minutes, à 10 secondes près en plus ou en moins. Liqueur indigotique (n° 2) exigeant, par centimètre cube, $1^{cc},55$ de liqueur manganique au cinquième, répondant à $0^{mm},295$ d'oxygène disponible.

» L'appareil de production étant en marche depuis une heure environ, et l'analyse accusant une stabilité suffisante dans le titre, on a recueilli dans une première séance de six heures et sans interruption, 43 flacons d'oxygène ozoné; le lendemain, dans une seconde séance, après s'être assuré que l'appareil donnait les mêmes résultats, on a recueilli 11 flacons encore; total, 54 flacons.

» *Mode de traitement des flacons.* — Aussitôt rempli, chaque flacon de numéro impair a été analysé par l'acide arsénieux, et chaque flacon de numéro pair, après avoir reçu la dose d'indigo qui lui était destinée, a été fortement agité 500 coups de suite.

» Dans les deux cas, les liquides ont été introduits en tombant d'un seul jet, afin que l'ozone ainsi chassé ne puisse réagir sur eux ni être de ce fait une cause d'erreur dans les calculs.

» La première dose d'indigo (n° 2) a été de 25 centimètres cubes, la dernière, de 50 centimètres cubes, chaque dose allant en croissant de 1 centimètre cube. Quant à la dose d'acide arsénieux, elle est invariablement restée à 10 centimètres cubes.

» *Constatations.* — C'est à la cote 32 d'indigo que la décoloration immédiate, après agitation, s'est arrêtée, et à la cote 46 indigo que, après douze heures d'attente *à la lumière diffuse*, elle ne s'est plus complétée; ce qui fixe à 31 centimètres cubes d'indigo le terme de la première action, et à 45 celui de la seconde.

» *Corrections.* — La cote 31 indigo s'est trouvée encadrée entre deux flacons jaugeant : l'un 355 centimètres cubes, l'autre 357; total, 712 centimètres cubes, dont il faut défalquer 20 centimètres cubes pour l'acide arsénieux, à raison de 10 centimètres cubes pour chacun d'eux; reste 692. Or chacun de ces flacons accusait $5^{mm},2$ d'oxygène ozoné. Total, $10^{mm},4$.

» Le flacon cote 31 indigo jaugeait 358 centimètres cubes, dont il faut défalquer les 31 centimètres cubes d'indigo; reste 327. Donc, combien d'ozone pour 327? La proportion 692 : 10,4 :: 327 : X répond 5 milligrammes. Par conséquent, il a fallu 5 milligrammes d'ozone pour décolorer immédiatement 31 centimètres cubes de la liqueur indigotique n° 2, ou 1 mil-

ligramme d'ozone pour $6^{cc},20$ d'indigo. Le flacon 45 indigo jaugeait 360 centimètres cubes; les deux flacons analysés, entre lesquels il était encadré, jaugeaient, l'un 348 centimètres cubes, l'autre 345, défalcation faite de la liqueur arsénieuse, et leur richesse respective en ozone était ensemble de $10^{mm},26$ d'ozone, ce qui, en appliquant le même calcul, porte à $4^{mm},67$ la quantité d'ozone ayant réagi sur les 45 centimètres cubes d'indigo, et à $9^{cc},63$ l'action de 1 milligramme d'ozone. En sorte que l'action totale étant de 963, l'action immédiate a été de 6,20, et l'action continuatrice de $963 - 620 = 343$.

» *Deuxième série : mode d'expérimentation.* — Titre de l'oxygène ozoné, de 38 à 39 millièmes. Les flacons étaient ceux qui avaient servi précédemment, mais la durée de l'emplissage a été portée de sept à dix-huit minutes, la dose d'acide arsénieux de 10 à 20 centimètres cubes, l'appareil électrique poussé au maximum, et le gaz recueilli dans de l'eau à la glace.

» Cependant, au lieu de reprendre la longue série dont il vient d'être question, on s'est contenté d'osciller autour des points limites.

» Voici le procès-verbal de l'expérience que nous croyons la meilleure, les autres ne s'en éloignant au plus que d'un soixante-huitième.

» Les deux flacons entre lesquels le flacon à l'indigo s'est trouvé encadré jaugeaient ensemble, déduction faite de la liqueur arsénieuse, 662, titrant ensemble 25,44 d'ozone; le flacon à l'indigo jaugeait 350 centimètres cubes, et il y fut introduit d'un seul jet 68 centimètres cubes, ce qui réduisit le volume d'oxygène à 282, contenant $10^{mm},83$ d'ozone.

» La décoloration fut si rapide, que l'on crut la dose insuffisante; aussi ajouta-t-on 1 centimètre cube de liqueur indigotique, et l'on compléta le nombre de 500 coups réglés pour l'agitation. Mais ce fut inutile; il fallut près de dix minutes pour faire disparaître ce dernier centimètre cube; l'action continuatrice avait déjà commencé.

» L'expérience fut reprise sur deux flacons encore, et, à 1 centimètre cube près, le résultat se maintint.

» D'après ces données, l'ozone avait donc immédiatement oxydé par milligramme $6^{cc},28$ de liqueur indigotique n° 2, au lieu de 6,20, chiffre de la première expérience.

» *Recherche de la limite supérieure.* — Comme précédemment, on calcula la dose probable d'indigo, et, prenant de petites séries de sept flacons seulement, on procéda comme pour la première série; c'est-à-dire que les flacons impairs furent analysés de suite, et les flacons pairs reçurent une dose d'indigo variant de 1 centimètre cube d'un flacon à l'autre.

» On changea cependant en un point : les flacons, au lieu d'être abandonnés dans le laboratoire, furent conservés dans la glace et à l'obscurité.

» Le coefficient 9,63, précédemment trouvé, dut alors être abaissé à 9,48, et ce qui confirme ce nombre, c'est que l'indigo resté en excès dans les flacons qui ne s'étaient pas complétement décolorés, ayant été dosé, on revint à ce même coefficient.

Ainsi 1 milligramme d'oxygène emprunté à l'hypermanganate décoloré.	3^{cc},27 indigo.
1 milligramme d'ozone emprunté à de l'oxygène ozoné titrant 15 milligrammes par litre décolorés immédiatement....................	6,20
Et avec le temps....................................	9,63
1 milligramme d'ozone emprunté à de l'oxygène ozoné titrant 38, en décolore immédiatement..............................	6,28
Et avec le temps, dans la glace et à l'obscurité	9,48
Ce qui donne le rapport entre les trois actions : pour l'hypermanganate.	1
Pour la décoloration immédiate par l'ozone, de..................	1,90 à 1,92
Pour la décoloration, avec action continuatrice, de..............	2,92 à 2,90

» Par conséquent, en arrondissant les chiffres, les rapports seraient :

Pour l'hypermanganate	1
Pour l'ozone (première limite)............................	2
Pour l'ozone augmenté de l'action continuatrice (deuxième limite)....	3
Donc, pour l'action continuatrice..........................	1

» § IV. *Recherche et discussion des causes de l'action continuatrice.* — A sa rapidité on peut attribuer la première action de l'ozone sur l'indigo à l'ozone lui-même.

» A sa lenteur il faut au contraire attribuer l'action continuatrice à un corps secondaire qui se forme pendant la première action et qui ne réagit ensuite qu'à la longue.

» Mais quel est ce corps ? les analogies répondent immédiatement, ce doit être de l'eau oxygénée ; et en effet, quand on traite par l'éther et l'acide chromique mesuré avec ménagement l'indigo qui vient d'être passé à l'ozone, l'éther prend la couleur bleue caractéristique engendrée par l'eau oxygénée, et cette couleur est d'autant moins intense qu'on se rapproche de la limite extrême, pour ne plus se produire une fois qu'on y est arrivé. Mais de ce fait faut-il conclure absolument à la formation de l'eau oxygénée ?

» Des doutes étaient permis. L'ozone, en effet, oxyde les manganates et les transforme en hypermanganate ; sous l'influence de la potasse, il oxyde même le sesquioxyde de fer et le transforme en ferrate ; il conserve avec

une grande sûreté l'acide hypermanganique libre, pourquoi ne transformerait-il pas l'acide chromique en acide perchromique, dont l'instabilité au sein de l'eau et la teinte peu prononcée en raison des faibles quantités produites ne deviendrait sensible qu'au sein d'une petite quantité d'éther? Alors, comment, avec ce caractère qui est jusqu'à présent le seul sérieux, décider entre l'eau oxygénée et l'ozone? Aussi croyons-nous n'être restés que prudents quand, en signalant l'action continuatrice, nous nous sommes abstenus de l'attribuer *de plano* à l'eau oxygénée.

» Mais à ces raisons il s'en joint une autre qui, après avoir augmenté davantage notre timidité, nous a permis, par une étude plus approfondie, de conclure et sur la cause et sur la mesure du phénomène.

» Quand au sein de la glace on traite par une même quantité d'eau oxygénée des quantités graduées de sulfate d'indigo, ramenées d'ailleurs au même volume par addition d'eau, on trouve que, tandis que l'eau oxygénée, dont un échantillon placé à côté des flacons d'indigo, se conserve presque intacte (pourvu qu'elle soit convenablement acidifiée), l'indigo au contraire n'utilise au bout de quarante heures et bien davantage que 71 pour 100 de l'eau oxygénée qu'il a reçue.

» Dès lors, après cette expérience, comment croire que l'eau oxygénée puisse être la cause de l'action continuatrice, puisque, au lieu de 29 pour 100, la perte totale par l'ozone n'atteint pas 3 pour 100? Fallait-il donc admettre que l'eau oxygénée n'est pour rien dans la réaction? ou que, se formant au sein de la liqueur sur laquelle elle doit réagir, elle y prend une plus grande stabilité? ou enfin que dans cette liqueur même la perte s'élève à 50 pour 100?

» Des trois hypothèses, la dernière était la plus séduisante? Si elle se fût réalisée, elle nous eût conduits en effet à la découverte d'une troisième action égale, sinon en effets, du moins en puissance, à l'action continuatrice; en sorte que ces deux actions devenant en quelque sorte les symétriques de l'action immédiate, les forces se fussent trouvées très-élégamment équilibrées.

» Pour résoudre ce nouveau problème, voici comment nous avons opéré: Nous avons d'abord remarqué qu'en prenant l'hypermanganate pour liqueur titrante, il suffit d'ajouter quelques gouttes d'eau oxygénée au sulfate d'indigo pour en monter singulièrement le titre apparent. En cette circonstance, l'eau oxygénée se comporte en effet, à l'égard de l'indigo, comme l'acide arsénieux dans le dosage des hypochlorites.

» Partant de là, nous nous sommes demandé si, au cas où l'action con-

tinuatrice serait due à de l'eau oxygénée, nous ne pourrions pas la doser et tirer du chiffre trouvé toutes nos conclusions.

» Nous avons donc pris des flacons d'ozone à des richesses connues, et sur chacun nous avons opéré comme il suit : Après y avoir ajouté assez d'indigo, non pas seulement pour satisfaire l'action immédiate, mais la dépasser un peu, nous avons surveillé le moment où, par l'action continuatrice, la décoloration devenait complète, et aussitôt nous avons procédé au dosage.

» Pour l'exécuter, nous prenons trois flacons semblables que nous alignons sur une même feuille de papier blanc; puis dans les deux flacons extrêmes, nous introduisons 4 centimètres cubes de l'indigo précédemment décoloré et 2 centimètres cubes seulement dans celui du milieu : alors nous ajoutons 250 centimètres cubes d'eau glacée dans chaque flacon; cela fait, nous laissons simultanément tomber goutte à goutte dans le flacon du milieu 2 centimètres cubes d'indigo n° 2 et de l'hypermanganate à la demande de la réaction, laissant d'ailleurs, pendant tout le temps que dure l'opération, dominer la teinte verte due à l'indigo ajouté, pour ne l'éteindre que tout à fait à la fin.

» Quand ce terme est venu et que le flacon en expérience est exactement arrivé à la teinte des deux flacons entre lesquels il est placé, nous déduisons de l'hypermanganate employé $3^{cc},1$, qui ont été absorbés par les 2 centimètres cubes d'indigo vierge, et nous calculons la quantité d'oxygène disponible que représente la différence.

» Les différences ainsi obtenues ont été de 10 à 6 pour 100 près, mais en moins, celles que, par le calcul, eût données une même quantité d'eau oxygénée.

» Devant de tels résultats il nous a donc fallu rejeter l'idée d'une troisième action complémentaire de l'action continuatrice, et arriver à cette conclusion : que c'est bien à de l'eau oxygénée engendrée par l'ozone pendant l'action immédiate qu'est due l'action continuatrice.

» Mais ce qui a achevé de nous convaincre, c'est que, quand, traitant de l'ozone par une dissolution aqueuse et acide d'éther, nous avons vu l'hypermanganate se décolorer instantanément, ce qu'il ne fait pas du tout avec l'ozone et ce qu'il ne fait qu'en douze à quinze secondes par goutte avec l'éther seul.

» *Conclusions.* — Dès lors, nous concluons que c'est bien à l'eau oxygénée qu'est due l'action continuatrice, que cette action comparée à l'action directe est bien dans le rapport de 1 à 2, et que l'eau oxygénée, qui se perd

en partie quand elle est directement ajoutée à l'indigo, agit au contraire dans son entier quand elle s'y forme sous l'influence de l'ozone.

» Maintenant à quoi tient cette diversité d'équivalence de l'ozone quand on le fait réagir soit sur l'acide arsénieux, soit sur le sulfate d'indigo ?

» Faut-il croire avec les Allemands que l'ozone soit un triple atome d'oxygène? Pourquoi alors l'atome ne triplerait-il pas par tous ses effets?

» Faut-il croire qu'il ne soit que de l'oxygène ordinaire dans lequel se serait condensée une force vive qui mesurerait ses effets à l'affinité primordiale de l'oxygène pour les corps qui subissent l'action de l'ozone? On nous opposerait encore les actions de préférence.

» Avant de se prononcer d'une façon quelconque, le mieux nous semble de constater les faits et de les mesurer avec exactitude et patience; certainement on rencontrera des substances avec lesquelles l'action directe donnera des espèces chimiques d'une nature, et pendant que l'action continuatrice en engendrera d'autres; peut-être même que l'équivalent de l'ozone variera encore; dans cette voie, sans prévoir trop à l'avance, il faut jusqu'à nouvel ordre se défier de tout; cependant nous croyons avoir fixé un point.

» En terminant ce Mémoire, qu'il nous soit permis de rendre hommage au dévouement de nos collaborateurs et élèves, et de signaler particulièrement MM. David et Delanney, dont l'intelligence vraiment scientifique nous a été d'un grand secours au milieu de ces expériences délicates et parfois malsaines. »

LITHOLOGIE. — *Examen des météorites tombées le* 23 *juillet* 1872, *à Lancé et à Authon* (*Loir-et-Cher*); *par* **M. Daubrée.**

« La météorite tombée à Lancé, près Saint-Amand (Loir-et-Cher) (1), d'un poids de 47 kilogrammes, se termine par des surfaces arrondies, coupées par deux plans peu inclinés entre eux, plans qui paraissent correspondre à une cassure et à l'enlèvement d'une partie d'un sphéroïde irrégulier.

» Comme toujours, la masse est entourée d'une croûte, résultat probable de l'incandescence et de la fusion superficielle qu'elle a éprouvées en pénétrant dans notre atmosphère. Cette croûte, d'un aspect mat, n'a pas la même disposition sur toute l'étendue de la météorite; tandis que sur les parties

(1) *Comptes rendus*, t. XXV, p. 273.

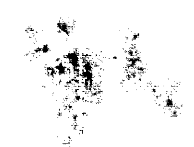
planes elle est rugueuse et cloisonnée, elle est comparativement unie sur la surface arrondie. Cette différence est probablement en rapport avec la position qu'occupait le projectile au moment où la fritte s'est produite; l'air aura uni les surfaces arrondies qui le choquaient et qu'il frottait avec une grande intensité, comme l'aurait fait un balai, sans agir de la même manière sur la partie située à l'arrière.

» Ainsi qu'on l'a déjà dit (1), le même bolide du 23 juillet a apporté une seconde météorite à Authon, à 12 kilomètres de Lancé, et beaucoup plus petite.

» Les caractères minéralogiques de ces deux météorites sont tout à fait les mêmes, ce qui annonce qu'elles proviennent d'une même masse. L'examen qui a été fait de la première, et dont je vais donner les résultats, est donc également applicable à la seconde (2).

» La cassure se distingue de celle du plus grand nombre des météorites par une teinte d'un gris très-foncé, presque noir, rappelant celle de certains basaltes. Elle montre une structure globulaire et des grains sphéroïdaux dont le diamètre ne dépasse pas 1 millimètre.

» Sur ce fond sombre, terne et rude au toucher, on voit briller d'assez nombreux grains hyalins, la plupart incolores, quelques-uns d'un vert jaunâtre. Çà et là on remarque aussi des parties d'un éclat métallique, d'un jaune de bronze, comme le protosulfure de fer. Mais ce n'est qu'après que la substance a été polie qu'on y voit apparaître d'autres grains métalliques, d'un gris de fer, et dont le diamètre atteint rarement $\frac{1}{2}$ millimètre. Quand on cherche à triturer la substance, les mêmes grains résistent en se réduisant en lamelles, à raison de leur malléabilité.



» Dans une plaque mince et transparente de la roche météoritique, que l'on soumet à l'examen du microscope, on voit que les nombreux grains hyalins, dont il vient d'être question, sont très-fendillés et qu'ils agissent fortement sur la lumière polarisée. Leurs contours sont tantôt anguleux et irréguliers, tantôt arrondis. Ces grains sont engagés dans une pâte opaque; et l'ensemble ressemble plutôt à une roche bréchiforme à grains fins qu'à une roche cristalline vierge.

» La densité de la substance a été trouvée de 3,80.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 308.

(2) La météorite de la commune de Lancé est tombée au lieu dit *la Haye de Blois*, à 2800 mètres sud-est du clocher de Saint-Amand, à la même distance du clocher de Lancé et à 2350 mètres du clocher de Gourgon. Le point où est tombée celle d'Authon est situé

» Traitée par l'eau, la substance abandonne du chlorure de sodium; ce sel s'y trouve dans la proportion de 0,012.

» Le chlorure de sodium se trouve très-fréquemment dans l'écorce terrestre et, par suite, dans les eaux d'infiltration; on pourrait, au premier abord, soupçonner celui que l'on rencontre dans la météorite de Lancé d'avoir été absorbé par elle dans la cavité où elle a séjourné pendant trois jours. Mais ce qui s'oppose à cette manière de voir, c'est que le sol argileux où la météorite a pénétré était alors sec. D'ailleurs la croûte frittée était de nature à préserver d'une infiltration la partie centrale, dont provient l'échantillon examiné. Enfin, ce qui paraît lever toute espèce de doute à cet égard, c'est l'absence d'autres sels, et notamment de sels de chaux. De même que le chlorure de calcium de la météorite d'Ovifak est d'origine extra-terrestre, de même le chlorure de sodium paraît avoir fait partie intégrante de la météorite de Lancé, au moment où elle a échoué sur notre sol (1).

» En portant au rouge la matière dans un courant d'hydrogène et en recueillant le sublimé qui se produit, on a de nouveau constaté la présence du chlorure de sodium dans la proportion qui avait été reconnue sur la solution aqueuse.

» L'absence de sels de potasse et de sulfates et d'hyposulfites a été reconnue.

» L'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique étendu font naître un abondant dégagement d'hydrogène sulfuré, mais sans aucun dépôt de soufre, ce qui indique que le soufre se trouve à l'état de protosulfure.

» On a dosé le soufre de cet hydrogène sulfuré au moyen du nitrate d'argent, en même temps que l'hydrogène libre, provenant de l'action de l'acide sulfurique étendu, et on est arrivé, par cette dernière opération, à évaluer très-approximativement la quantité des métaux natifs.

» En traitant par l'acide nitrique, et suivant la méthode de la voie moyenne de M. H. Sainte-Claire Deville, on a constaté la présence d'un silicate attaquable, à base de magnésie et de protoxyde de fer, et offrant à très-peu près la formule du précédent. La partie inattaquable se compose au moins de deux substances, l'une incolore, l'autre d'un noir foncé.

---

près de la route de Château-Renault, à Montoire, à peu près à 2000 mètres du clocher du village. La ligne qui réunit les deux points de chute se dirige à peu près d'ouest 10° sud à est 10° nord.

(1) Ce n'est d'ailleurs pas la première fois que du chlorure de sodium est signalé dans des météorites.

» Le silicate péridotique forme 42,36 pour 100 du poids total, dans lequel la partie inattaquable entre pour 33,44.

» Tout le fer de la partie soluble dans l'acide chlorhydrique a été dosé par la méthode de M. Marguerittte, perfectionnée par M. Boussingault; sa proportion est de 21,48 pour 100.

» La présence du cuivre avait été préalablement reconnue par l'analyse spectrale, en même temps que l'absence de la chaux, de la baryte et de la strontiane.

» Quant au carbone, on n'a pu l'y reconnaître.

» Comme d'ordinaire, le nickel et le cobalt accompagnent le fer dans cette météorite.

» Les résultats sont les suivants :

Fer libre allié de nickel et de cobalt			7,81
Fer et autres métaux alliés au soufre	9,09	protosulfure	14,28
Soufre combiné	5,19		
Silicates attaquables ou péridot.	Silice	17,20	42,41
	Magnésie	13,86	
	Protoxyde de fer	11,33	
	Protoxyde de manganèse	0,05	
Partie inattaquable			33,44
Chlorure de sodium			0,12
Eau hygrométrique			1,24
			99,31

» Comme vérification, j'ajouterai que des courants successifs d'hydrogène et de chlore font perdre à la substance 34,98 pour 100 de son poids. En rapprochant ce chiffre de ceux que donne l'analyse directe, on est porté à conclure qu'il ne reste alors, dans la nacelle d'attaque, que le silicate inattaquable, avec la silice et la magnésie du silicate soluble.

» En résumé, à part les espèces très-habituelles aux météorites, le fer nickelé, le protosulfure de fer ou troïlite, le péridot et un silicate inattaquable, la météorite de Lancé contient du chlorure de sodium en petite quantité.

» Par son aspect, cette météorite rappelle la météorite tombée le 11 juillet 1868 à Ornans (Doubs); mais elle en diffère beaucoup, particulièrement par l'absence d'oxyde de fer libre. Divers caractères la distinguent également des météorites noires de Rutlam (Indes orientales) et de Tadjera près Sétif (Algérie). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Détermination du périmètre de la région de convergence de la série de Taylor et des portions des différentes conjuguées comprises dans cette région, ou construction du tableau général des valeurs d'une fonction que peut fournir le développement de cette fonction suivant la série de Taylor.* Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« La fonction

$$y_0 + \left(\frac{dy}{dx}\right)_0 \frac{x - x_0}{1} + \left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_0 \frac{(x - x_0)^2}{1.2} + \ldots,$$

essentiellement unique, déterminée et finie, tant que la série qui la constitue reste convergente, n'est, si l'on peut s'exprimer ainsi, qu'une portion de la fonction y, généralement multiple, définie par l'équation

$$f(x, y) = 0,$$

qui a servi à calculer la valeur initiale y_0, correspondant à x_0, et les coefficients différentiels des divers ordres

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_0, \quad \left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_0, \ldots;$$

le lieu représenté par l'équation

$$y = y_0 + \left(\frac{dy}{dx}\right)_0 \frac{x - x_0}{1} + \left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_0 \frac{(x - x_0)^2}{1.2} + \ldots$$

n'est de même qu'un segment du lieu total, représenté par l'équation

$$f(x, y) = 0.$$

» La détermination précise de ce segment constitue l'une des questions les plus intéressantes que comporte l'étude de la série de Taylor.

» Cette question ne présente pas de grandes difficultés, et j'aurais pu l'aborder depuis longtemps, au moins relativement aux exemples pour lesquels j'avais assigné en 1860 et 1861, dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, la condition exacte de convergence, pour chaque système de valeurs de x_0 et de y_0. Mais ces recherches ne pouvant alors être utilisées que relativement à quelques exemples isolés eussent naturellement présenté peu d'intérêt. Aujourd'hui, au contraire, que j'ai donné la règle gé-

nérale pour déterminer, dans tous les cas possibles, c'est-à-dire pour une fonction implicite quelconque, algébrique ou transcendante, celui de ses points critiques où doit s'arrêter la convergence, en raison du système des valeurs initiales de x et de y, la question s'impose d'elle-même et doit être traitée avec le soin qu'elle mérite.

» Quoiqu'elle soit facile à résoudre aujourd'hui, je ferai toutefois remarquer que cette question n'était abordable qu'autant, d'abord, qu'on disposât d'un moyen convenable de classification des solutions imaginaires d'une équation à deux variables, ensuite qu'on eût une méthode directe pour déterminer la valeur finale que prendrait la fonction y, assujettie à la continuité, lorsque la variable x serait parvenue de sa valeur initiale à la valeur finale qu'on voulait lui faire prendre, en suivant une loi de progression donnée; car, quant à se servir de la série elle-même pour calculer les valeurs de y, comme on l'avait proposé, ce ne serait pas réalisable. En effet, quand on aurait calculé trois ou quatre mille termes de la série, on ne serait guères plus avancé qu'en commençant, n'ayant aucun moyen de déterminer une limite de l'erreur commise.

» Mais j'ai donné, en 1859, dans le *Journal de Mathématiques*, une méthode simple pour déterminer la valeur finale d'une fonction, connaissant le chemin suivi par sa variable, et cette méthode permettra d'assigner, parmi les valeurs de y, fournies par l'équation donnée, celle que représenterait la série supposée convergente. La question sera seulement alors plus simple que dans le cas général, puisque la valeur finale de y devant rester la même, quelles que soient les valeurs qu'ait prises x dans l'intervalle, il n'y aura pas à s'occuper de ces valeurs intermédiaires.

» J'appelle *région de convergence* l'ensemble des points du plan fournis par l'équation

$$y = y_0 + \left(\frac{dy}{dx}\right)_0 \frac{x - x_0}{2} + \ldots.$$

Il s'agit de déterminer le périmètre de la portion du plan recouverte par ces points, et la portion de chaque conjuguée qui s'y trouve comprise.

» Cette courbe passe par le point critique du lieu considéré où s'arrête la convergence de la série, et tous ses autres points ont pour abscisses les quantités qui, retranchées de la valeur initiale x_0 de x, fournissent des différences de même module que la différence entre x_0 et l'abscisse du point d'arrêt. Ainsi, si

$$x_1 = a + b\sqrt{-1}, \quad y_1 = a' + b'\sqrt{-1}$$

est celui des points critiques où s'arrête la convergence, et que

$$x_0 = \alpha_0 + \beta_0\sqrt{-1}, \quad y_0 = \alpha'_0 + \beta'_0\sqrt{-1}$$

soient les valeurs initiales de x et de y, le périmètre de la région de convergence sera caractérisé par l'équation

$$(\alpha - \alpha_0)^2 + (\beta - \beta_0)^2 = (a - \alpha_0)^2 + (b - \beta_0)^2,$$

α et β désignant les parties réelle et imaginaire variables de x. La question est donc de suivre de proche en proche la marche de y ou de $\alpha' + \beta'\sqrt{-1}$ lorsque x varie à partir de x_1, en suivant le chemin

$$\alpha^2 - a^2 + \beta^2 - b^2 - 2(\alpha - a)\alpha_0 - 2(\beta - b)\beta_0 = 0.$$

» Les points du périmètre qui auront même carastéristique appartiendront à une même conjuguée, et si l'on a tracé d'avance ces conjuguées, en relevant pour chacune d'elles la portion comprise dans l'intérieur de la région de convergence, on aura le tableau de toutes les valeurs de y que pourra fournir la série.

» Si l'équation proposée est de degré m, elle fournira entre α, β, α' et β' deux équations de degré m; en y joignant les trois équations

$$\alpha^2 - a^2 + \beta^2 - b^2 - 2(\alpha - a)\alpha_0 - 2(\beta - b)\beta_0 = 0,$$
$$x = \alpha + \beta,$$
$$y = \alpha' + \beta',$$

et éliminant α, β, α' et β', on aurait l'équation du périmètre de la région de convergence, qui serait du degré $2m^2$. Mais la courbe ainsi obtenue comprendrait une foule de branches parasites, puisqu'elle contiendrait les m points correspondants à chacune des valeurs attribuées à x, tandis que la courbe cherchée n'en doit comprendre qu'une. On ne recourra donc pas habituellement à cette méthode, qui ne donnerait qu'un résultat brut dont on ne saurait que faire. Le principal moyen qu'on emploiera pour traiter la question se tirera de cette remarque que la courbe cherchée ne saurait entamer ni l'une ni l'autre des deux branches de la courbe caractérisée par l'équation générale

$$x = \alpha + \beta_0\sqrt{-1},$$

qui comprendraient immédiatement celle où se trouve le point origine. Cette remarque fournira le moyen d'éliminer les solutions étrangères que le calcul aura fournies lorsqu'on y aura eu recours.

» Lorsque les coefficients de l'équation du lieu varient d'une manière continue, la région de convergence se déforme aussi en général d'une manière continue. Mais il y a à cette règle générale une exception d'un genre particulier très-remarquable : Si les coefficients de l'équation varient de façon que le lieu acquière un point multiple où les valeurs de $\frac{dy}{dx}$ soient différentes, les points critiques qui viennent se confondre en ce point multiple disparaissent alors comme points critiques, de sorte que si, en raison de la position du point origine, la région de convergence était auparavant limitée à l'un d'eux, elle change alors brusquement. »

CHIMIE. — *Sur l'action que la silice et quelques oxydes analogues exercent à haute température sur le carbonate de soude.* Note de M. MALLARD, présentée par M. Daubrée. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« Si l'on mélange ensemble de la silice et du carbonate de soude dans un creuset de platine, et si l'on chauffe, sur un bec de gaz, à des températures variées, on constate qu'à chaque température la perte en acide carbonique tend vers une limite fixe qui ne peut être dépassée et qui croît d'ailleurs d'une manière continue avec la température. En observant la perte à des intervalles de temps égaux, on constate que la réaction marche régulièrement, de manière que, y représentant la perte en acide carbonique et x le temps,

$$y = \frac{ax}{b+x}.$$

Le phénomène obéit donc à la même loi que l'éthérification des alcools si bien étudiée par M. Berthelot.

» La limitation de la quantité d'acide carbonique chassé ne paraît pas attribuable, comme dans l'éthérification, à l'influence antagoniste de l'acide carbonique éliminé, puisque ce gaz disparaît de la réaction. Cependant, lorsque, pendant la réaction on fait passer dans le creuset un courant d'air bien desséché, de manière à éliminer l'acide carbonique provenant des produits de la combustion de gaz, on constate que la perte limite augmente considérablement. Toutefois, la réaction n'est jamais complète.

» L'auteur propose d'expliquer ces faits par l'action mutuelle de bisilicate sur le protosilicate, en comparant la réaction au phénomène de décomposition constatée par M. Berthelot sur les sels acides des acides bibasiques lorsqu'ils sont en dissolution. Il admet qu'il se produit, au

commencement de la réaction, un silicate acide qui se décompose en donnant du silicate neutre et de la silice qui participe de nouveau à la réaction. Celle-ci s'arrête, lorsqu'il y a équilibre entre les actions mutuelles de la silice, du silicate acide et du silicate neutre.

» On explique ainsi la marche de la réaction suivant une hyperbole, la variation de la perte limite avec la température, enfin l'influence de proportion des matières employées, influence attribuée vaguement au rapport des masses en présence, et qui peut être uniquement attribué à l'écartement plus ou moins grand de molécules qui réagissent.

» Si cette explication est vraie, la réaction de tous les acides bibasiques sur le carbonate alcalin sera analogue à celle de la silice, tandis que la réaction des acides monobasiques sera entièrement différente. C'est ce que l'expérience vérifie pleinement.

» L'acide titanique fait perdre au carbonate des quantités d'acide carbonique qui tendent vers une limite croissant d'une manière continue avec la température. Les phénomènes sont même plus nets qu'avec la silice, parce qu'ils ne sont point compliqués de l'influence de l'acide carbonique, à peu près négligeable dans le cas de l'acide titanique.

» M. Hiortdahl, dans des expériences publiées en juillet 1865 dans les *Comptes rendus* sur l'action de la zircone sur le carbonate de soude, a trouvé des résultats analogues à ceux qu'on a trouvés avec la silice.

» Ces expériences confirment donc l'analogie qui existe entre les composés SiO^2, TiO^2, ZrO^2 qu'on doit considérer comme des acides bibasiques formant des sels neutres, dans lesquels le rapport entre l'oxygène de l'acide et celui de la base est de 1 : 1.

» Il en est tout autrement pour l'alumine et le sesquioxyde de fer. Ces deux oxydes doivent être comme des acides monobasiques. Ils forment presque immédiatement, par leur union avec la soude, les composés $Al^2O^3.NaO$ et $Fe^2O^3.NaO$, et la réaction ne varie plus lorsqu'on élève la température. Les aluminates et les ferrites sont des sels neutres dans lesquels la proportion de l'oxygène de l'acide à celui de la base est de 3 : 1.

» La facilité avec laquelle l'alumine attaque le carbonate de soude pour former le composé $Al^2O^3.NaO$, et ce fait remarquable que le rapport des quantités d'oxygène est précisément celui qui existe entre l'alumine et les bases alcalines ou alcalino-terreuses, dans la nombreuse famille des feldspathides et des amphigénides, sont des raisons qui portent l'auteur à penser que ces minéraux doivent être considérés comme une combinaison de composé $Al^2O^3.NaO$ avec un excès de silice.

» Quant à l'acide borique, il se comporte aussi comme un acide monobasique; la réaction se fait avec vivacité, en quelques minutes, et donne naissance au composé $BoO^3 . 3 NaO$, qui correspond à l'acide borique hydraté naturel $BoO^3 . 3HO$, et aux borates de magnésie préparés par Ebelmen dans ses célèbres expériences. L'élévation de température ne modifie pas la réaction, mais elle volatilise le borate formé.

» L'acide borique, monobasique comme l'alumine, s'en éloigne donc par le rapport entre l'oxygène de l'acide et celui de la base. Ce rapport qui est de 3 : 1 dans les aluminates, est de 1 : 1 dans les borates; et par ce caractère l'acide borique se rapproche de l'acide silicique.

» Tous ces faits confirment l'explication proposée pour rendre compte de la réaction de la silice sur le carbonate de soude. Ils confirment les formules chimiques adoptées récemment pour la silice, l'acide titanique et la zircone. Ils précisent le rôle chimique de la silice aux hautes températures.

» L'auteur espère qu'on pourra tirer parti de ses observations pour l'explication de certains phénomènes géologiques. »

CHIRURGIE. — *De l'emploi combiné de la morphine et du chloroforme pendant les opérations chirurgicales. Nouveau mode d'administration de cet agent.* Note de M. Demarquay.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

» Il y a quelques années, un chirurgien allemand proposa d'associer la morphine au chloroforme, afin de prolonger l'anesthésie plus longtemps en donnant relativement moins de chloroforme. M. Claude Bernard eut recours à ce mode d'anesthésie, pour ses belles expériences physiologiques, et se loue beaucoup de cette manière de faire. Après avoir constaté les résultats obtenus par notre éminent physiologiste, je me mis en mesure d'appliquer sur l'homme ce qui me paraissait avantageux au point de vue expérimental, ainsi que l'avait conseillé M. Cl. Bernard. Pendant que je poursuivais mes recherches, M. Labbé, chirurgien de la Pitié, communiquait à l'Académie une Note de laquelle il résulte que la morphine et le chloroforme lui auraient donné de très-bons résultats. Néanmoins je poursuivis mes recherches sur les animaux et sur l'homme. Ce sont les résultats de ces recherches que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie.

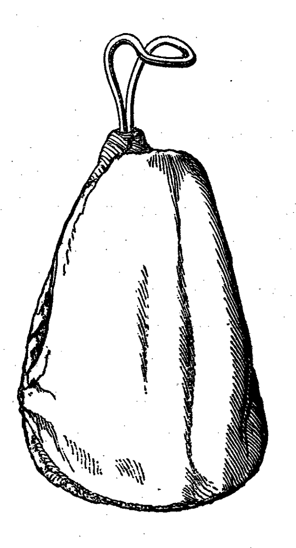
» En 1848, j'ai fait connaître, avec Aug. Duméril, que le chloroforme a une action déprimante sur la température. Cet agent, administré pendant

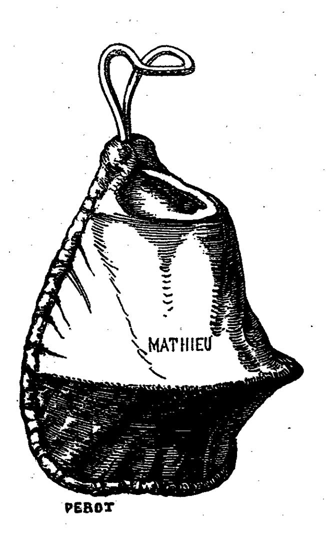
quelque temps à un chien, abaisse la température animale d'un degré environ, et cet abaissement persiste pendant plusieurs heures. Si, sur un autre animal, on injecte sous la peau 3 centigrammes de morphine, on déprime également d'une manière plus sensible sa température. Cette dépression, plus considérable (2 degrés environ), dure également plusieurs heures. L'action combinée de la morphine et du chloroforme abaisse sensiblement la température animale (abaissement qui peut aller à $2\frac{1}{2}$ degrés). Pendant mes expériences, un chien chloroformé, après avoir été soumis à la morphine, est mort rapidement. Néanmoins, j'ai fait deux opérations importantes sur l'homme en combinant ces deux agents. La première a bien réussi; mais, pendant la seconde, bien que le chloroforme fût donné avec soin et à petite dose, il est survenu des accidents graves.

» La circulation s'est profondément troublée, le sang artériel est devenu noir, la malade a eu une série de syncopes qui m'ont fort inquiété. Cet état sérieux a duré toute la journée. En tenant compte de mes expériences qui prouvent l'action déprimante de la morphine et du chloroforme sur le système nerveux, dépression accusée par l'abaissement de la température, je me demande s'il est bon de soumettre une personne que l'on doit opérer et qui subit déjà une dépression morale plus ou moins grande, à l'action de deux agents dont il est impossible de mesurer l'action. Si l'opération est peu grave, pourquoi associer deux médicaments sans savoir comment ils seront tolérés par l'organisme? Si l'opération est grave, si l'organisme doit être ébranlé, si l'hémorrhagie doit être sérieuse, pourquoi alors soumettre le sujet à l'action d'un double poison, quand un seul peut avoir un effet funeste? Sans doute on se propose, en émoussant la sensibilité par l'opium, d'arriver à l'anesthésie avec une moins grande quantité de chloroforme; mais, par cette combinaison, on ne domine point le danger, on ne fait que l'augmenter. Peut-être pourrait-on arriver à un meilleur résultat en donnant l'opium à dose fractionnée; de la sorte, on pourrait étudier la susceptibilité de l'organisme, ainsi que l'a conseillé M. le docteur Plouviez. D'ailleurs, c'est toujours une chose grave que de soumettre l'organisme à un double empoisonnement; aussi j'ai abandonné cette manière de faire, et je me suis appliqué à perfectionner le mode d'administrer le chloroforme.

» Au lieu de verser le chloroforme sur une compresse, sur de la charpie ou sur une éponge, ou d'employer un appareil plus compliqué, je me sers d'appareils faits en flanelle et ayant la forme d'un masque. Le chloroforme, contenu dans une bouteille graduée, est versé goutte à goutte sur l'appareil; l'évaporation du chloroforme est continue, le malade le respire sans

effort; souvent la période d'agitation disparaît, et le malade s'endort doucement. Depuis plus d'un an, j'emploie cet appareil, confectionné par M. Mathieu, et je n'ai trouvé qu'un jeune homme, ayant des habitudes





alcooliques anciennes, chez lequel j'aie eu à lutter sérieusement contre la période d'excitation. Je ne donne ici que le résumé sommaire de mes recherches sur le chloroforme et son administration ; je publierai prochainement, dans un journal de médecine, les recherches détaillées auxquelles je me suis livré. »

M. A. Barthélemy adresse, comme suite à une Communication précédente, une Note sur l'injection par le mercure des organes de la circulation aérienne dans les plantes aquatico-terrestres.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Deladreux adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Note concernant diverses questions d'art militaire.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives à l'art militaire.)

M. Saint-Ange Davillé adresse une Note relative à une nouvelle « Dactylologie à l'usage des sourds et muets ».

Ce Mémoire sera renvoyé à la Commission précédemment nommée pour

les questions de ce genre, Commission à laquelle on priera l'Académie des Sciences morales de vouloir bien adjoindre un de ses Membres.

M. C. **Morello** adresse un Mémoire, écrit en italien, sur la théorie de la Lune.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **Brachet** adresse une Note concernant un télescope de Cassegrain binoculaire.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *L. Chapplain* : « De l'Intendance du corps médical militaire et de la mortalité dans l'armée » ;

2° Un ouvrage de M. *C. Flammarion* : « Vie de Copernic et histoire de la découverte du système du monde » ;

3° Un numéro du « Moniteur de la Photographie », qui contient un spécimen de gravure héliographique par le *procédé Rousselon*. Ce procédé consiste à tirer d'abord, sous un cliché photographique, une épreuve sur gélatine, de manière que l'image est grainée naturellement et proportionnellement à l'action de la lumière; cette première image, moulée en plomb sous la presse hydraulique, est transformée en planche de cuivre par la galvanoplastie. Les gravures en creux exécutées par ce procédé reproduisent toutes les finesses du cliché photographique. Le perfectionnement actuel consiste à transformer ces planches en gravures photographiques, c'est-à-dire en relief.

M. **le Secrétaire perpétuel** donne lecture d'un article du testament de feu M. *le Maréchal Vaillant*, faisant don à l'Académie d'une somme de 40000 francs, pour la fondation d'un prix.

D'après la volonté du testateur, cette somme doit être employée par l'Académie à fonder un prix qui sera accordé par elle, soit annuellement, soit à de plus longs intervalles; le Maréchal lui laisse le soin d'apprécier le

sujet qui devra être indiqué pour ce prix, et l'emploi qu'il lui semblera le plus convenable de faire de la somme qu'il la prie d'accepter.

Cette pièce sera transmise à la Commission administrative.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations à propos d'un passage d'une Note de* M. Respighi, *sur les protubérances solaires; par* M. Tacchini.

« Dans le numéro du 15 juillet des *Comptes rendus*, j'ai lu la réponse de M. Respighi aux critiques présentées par le P. Secchi sur quelques particularités de la constitution du Soleil. Je n'entends pas, à propos des observations faites, entrer dans le fond de la discussion; mais, comme M. Respighi a inséré dans sa Note une phrase qui me regarde, je dois expliquer mes expressions pour éviter des équivoques.

» Quand j'ai écrit à M. Respighi que *i suoi lavori potevano andare a maraviglia nel giornale degli spettroscopisti italiani*, ces mots se rapportaient seulement au nombre, à la hauteur et à la direction générale des protubérances; pour ce qui concerne les caractères ou les détails particuliers des protubérances et de la chromosphère, j'ai reproduit mon opinion, savoir : qu'on ne doit accorder confiance qu'aux dessins faits avec les grandes lunettes, opinion qui est partagée encore par M. Lorenzoni. »

PHYSIQUE. — *Sur l'aimant.* Note de M. Trève, présentée par M. Faye.

« La transformation d'un barreau de fer doux en *aimant* exige un travail mécanique, une action moléculaire d'un ordre encore ignoré. Cette action peut être démontrée par les expériences suivantes :

» 1° Étant donné le gros électro-aimant de Faraday, par exemple, si l'on réunit les deux pôles en fer doux par un fil métallique dans le circuit duquel on interpose un galvanomètre, l'aiguille est fortement déviée dès que l'on fait passer le courant, c'est-à-dire dès que l'on forme l'aimant. Ce courant direct est instantané, et l'aiguille revient au zéro. Si l'on ouvre le courant, l'aiguille dévie dans le sens contraire, pour revenir encore au zéro.

» 2° Si l'on prend un *aimant permanent*, que l'on fixe à l'un de ses pôles un fil, et au point neutre un autre fil, ces fils étant réunis par un galvanomètre, quand on adapte l'armature, un courant se produit pour cesser aussitôt. Quand on arrache l'armature, un nouveau courant se produit dans le sens contraire, pour cesser encore immédiatement.

» Dans cette expérience, il n'y a pas de pile; c'est un courant direct qui

se manifeste à la *fermeture* ou à l'*ouverture* de l'aimant. Avec l'exploseur de M. *Bréguet*, l'expérience est des plus simples à faire.

» L'effet exposé ci-dessus devient beaucoup plus énergique si l'on rapproche jusqu'au contact deux aimants en fer à cheval. On réunit les points neutres par un fil dans le circuit duquel on place un galvanomètre. Dès que le contact a lieu, l'aiguille part pour revenir bientôt au zéro. Quand on les sépare brusquement, un courant naît en sens contraire pour cesser encore aussitôt.

» C'est au laboratoire de la Sorbonne que j'ai fait ces expériences et avec les appareils de M. Ruhmkorff. Je me propose de continuer ces essais. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité de l'hydrogène et de l'air à des températures élevées.* Mémoire de **M. Amagat**, présenté par M. Balard. (Extrait par l'auteur.)

« La question qui fait l'objet de ce travail est relative au cas particulier que présente la compressibilité de l'hydrogène. On a admis que ce gaz, après s'être écarté de la loi de Mariotte dans le même sens que les autres gaz, doit, à une température assez élevée, suivre cette loi, puis s'en écarter en sens contraire, et l'on a même pensé qu'il en serait de même pour les autres gaz, si l'on opérait sur eux à des températures assez élevées.

» S'il en est ainsi, l'écart de l'hydrogène à une température élevée, 250 degrés par exemple, devra être notablement plus petit (c'est-à-dire plus grand en valeur négative) qu'à la température ordinaire; celui de l'air, que j'ai déjà trouvé être nul à 100 degrés, devra devenir négatif.

» Voici très-succinctement la méthode que j'ai employée ; le principe en a été indiqué par M. Regnault. Deux cylindres d'égale capacité sont séparés par un robinet; on fait le vide dans l'un d'eux, communiquant avec un baromètre tronqué qui permet d'apprécier la pression restante; dans l'autre, on comprime le gaz jusqu'à une pression de deux atmosphères que mesure un manomètre à air libre, communiquant avec ce second cylindre. Si l'on ouvre alors le robinet qui sépare les deux cylindres, le gaz comprimé dans l'un d'eux se répand dans un espace double; la pression est de nouveau prise au manomètre. Les cylindres sont plongés dans un bain d'huile, qui m'a permis d'opérer jusqu'à 320 degrés.

» Voici maintenant les résultats :

	Air.	Hydrogène.
A 100 degrés	1,00011	»
250 »	1,00025	0,99986
320 »	1,00018	»

» On voit que, pendant une période de 250 degrés, l'écart de l'hydrogène non-seulement n'a pas diminué, mais qu'il s'est au contraire rapproché de zéro. Celui de l'air a conservé, depuis 100 jusqu'à 320 degrés, une valeur absolument insignifiante et de l'ordre des erreurs expérimentales possibles; ces deux gaz se sont l'un et l'autre rapprochés de la loi de Mariotte, qui est une loi limite vers laquelle tendent tous les gaz quand on élève la température, et non un cas particulier qui n'est rigoureusement observé par chacun d'eux qu'à une certaine distance de leur point de liquéfaction, et de part et d'autre duquel l'écart est de sens contraire. J'ai vérifié, par la méthode précédente, quelques-uns des résultats de mes expériences sur l'acide carbonique et l'acide sulfureux, entre zéro et 250 degrés; quoique les deux méthodes soient extrêmement différentes, l'accord a été très-satisfaisant. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions. Acides bibasiques.* Note de **M. Berthelot.**

« 1. Soient les carbonates mis en présence d'un acide, l'eau étant en proportion suffisante pour que le gaz carbonique demeure entièrement dissous. Dans tous les cas que je vais citer, il y a déplacement total ou sensiblement de l'acide carbonique, comme on pouvait le prévoir. J'ai trouvé :

» 1° *Acide azotique et carbonates :*

$$CO^3Na\,(1^{\text{équiv}} = 13^{\text{lit}}) + AzO^6H\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots + 3{,}41.$$

Or $N - N_1 = 13{,}7 - 10.2 = +\,3{,}5$;

L'acide azotique déplace donc entièrement l'acide carbonique, sans donner lieu à un bicarbonate, dans les dissolutions.

» 2° *Acide acétique et carbonates :* j'ai trouvé

$$CO^3Na\,(1^{\text{équiv}} = 18^{\text{lit}}) + C^4H^4O^4\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots 3{,}14.$$

Or $N - N_1 = 13{,}3 - 10{,}2 = +\,3{,}1$.
Il y a donc déplacement total, sans formation de bicarbonate.

» 3° *Acide sulfurique et carbonates :*

$$CO^3Na\,(1^{\text{équiv}} = 18^{\text{lit}}) + SO^4H\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots + 5{,}52.$$

Or j'ai trouvé $N - N_1 = 15{,}87 - 10{,}20 = +\,5{,}67$.

» 4° *Acide tartrique et carbonates :*

$$C^2O^6NaH\,(1^{\text{équiv}} = 18^{\text{lit}}) + \tfrac{1}{2}\,C^8H^6O^{12}\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots + 1{,}61.$$

Or, $N - N_1 = +\,1{,}7$.

» 2. En résumé, la méthode thermique indique que les carbonates dissous sont décomposés entièrement et avec chaleur par les acides azotique, acétique, sulfurique, tartrique, c'est-à-dire que la réaction est la même dans une liqueur étendue qu'entre les corps séparés de l'eau.

» 3. Examinons la chaleur mise en jeu par les corps anhydres. Le calcul repose sur les nombres suivants, que j'ai mesurés moi-même (1) :

CO^2 + eau (dissolution)	+ 2,8	....	+ 2,8
CO^2 dissous + NaO dissoute....	+10,25	CO^3 dissous + KO dissoute.....	+10,1
2 CO^2 dissous + NaO dissoute...	+11,1	2 CO^2 dissous + KO dissoute....	+11,0
Dissolution de CO^3Na..........	+ 2,77	Dissolution de CO^3K..........	+ 3,27
Dissolution de $CO^3Na, 10HO$....	− 7,41	Dissolution de $CO^3K, 1\frac{1}{2}HO$.....	− 0,12
Dissolution de C^2O^6NaH.......	− 4,27	Dissolution de C^2O^6KH........	− 5,32
AzO^6H + eau (Hess. Thomsen)..	+ 7,6	....	+ 7,6
Union + NaO diss. ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$).	+13,72	Union + KO dissoute.........	+13,83
Dissolution de AzO^6Na........	− 4,66	Dissolution de AzO^6K.........	− 8,29
HCl + eau (dissolution).......	+17,43	....	+17,43
Union + NaO dissoute........	+13,69	Union + KO dissoute.........	+13,59
Dissolution NaCl............	− 1,08	Dissolution de KCl..........	− 4,19
$C^4H^4O^4$ + eau..................	+ 0,39		
Union + NaO dissoute...........	+13,30		
Dissolution de $C^4H^3NaO^4$..........	+ 3,83		
Dissolution de $C^4H^3NaO^4, 6HO$......	− 4,58		
SO^4H + eau (Thomsen).......	+ 8,54	....	+ 8,54
SO^4H dissous + NaO dissoute...	+15,87	SO^4H dissous + KO dissoute...	+15,71
2 SO^4H dissous + NaO dissoute.	− 1,05	2 SO^4H dissous + KO dissoute..	− 1,04
Dissolution de SO^4Na..........	+ 0,38	Dissolution de SO^4K..........	− 3,02
Dissolution de $SO^4Na, 10HO$....	− 9,05		
Dissolution de S^2O^8NaH.......	− 0,76	Dissolution de S^2O^8KH........	− 3,27
$C^4H^2O^8$ + eau...............	− 2,29	$C^8H^6O^{12}$ + eau..............	− 3,45
$C^4H^7O^8, 4HO$ + eau..........	− 8,49	$C^8H^6O^{12}$ dissous + 2NaO diss....	+25,88
$C^4H^2O^8$ diss. + 2NaO diss......	+28,64	» + NaO diss.....	+12,95
» + NaO dissoute...	+13,88	$C^8H^4Na^2O^{12}$ + eau...........	− 1,12
Dissolution de $C^2Na^2O^8$........	− 4,30	$C^8H^4Na^2O^{12}, 4HO$ + eau.......	− 5,88
Diss. de C^4HNaO^8 (1 + 200 eau)..	− 5,55	$C^8H^5NaO^{12}$ (1 + 125 p. eau).....	− 5,66
Dissolution de $C^4HNaO^8, 2HO$...	− 9,53	$C^8H^5NaO^{12}, 2HO$ (1 + 100 p. eau).	− 8,54

» 4. L'acide azotique et les deux carbonates de soude, en l'absence de

(1) Les sels ont été dissous en général dans 50 parties d'eau. L'union des acides et des bases se rapporte à 1 équivalent d'acide ou 1 équivalent de base dans 2 litres.

l'eau (1),

$$AzO^6H + CO^3Na = AzO^6Na + CO^2 + HO \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots + 15,7$$
$$AzO^6H + C^2O^6NaH = AzO^6Na + C^2O^4 + H^2O^2 \text{ dégage} \ldots\ldots + 4,9$$

» Le même acide dégage, avec les deux carbonates de potasse, + 19,7 et + 7,4. Toutes ces réactions sont à la fois totales et exothermiques, quel que soit l'état des corps réagissants. Le dégagement de chaleur produit en l'absence de l'eau est d'autant plus caractéristique que les chiffres ci-dessus sont inférieurs aux évaluations de la théorie dans une forte proportion, en raison de deux actions endothermiques consécutives, savoir : 1° le changement d'état physique de l'acide carbonique, déplacé sous la forme gazeuse, qui n'est pas comparable à la forme liquide de l'acide azotique; 2° le changement de constitution chimique dudit acide carbonique, lequel est un anhydride, tandis que l'acide azotique est monohydraté. Le changement physique donne lieu à une absorption de chaleur que l'on peut évaluer à + 5,6 pour C^2O^4 environ, valeur qui doit être ajoutée aux chiffres donnés ci-dessus pour la décomposition des carbonates anhydres, si l'on veut la rapporter à l'acide carbonique liquéfié. Quant au changement de constitution chimique, il a pour résultat de substituer deux opérations à une seule dans la comparaison des effets thermiques dus à l'union d'une même base, soit avec l'acide carbonique, soit avec l'acide azotique : l'une de ces opérations amènerait l'anhydride au type salin (acide hydraté), tandis que la seconde représente la substitution de la base à l'eau :

$$\begin{cases} C^2O^4 + H^2O^2 = C^2O^6H^2 \quad \text{dégage } 2\eta, \\ C^2O^6H^2 + 2(KO,HO) = C^2O^6K^2. \end{cases}$$

» La chaleur dégagée dans la réaction de l'acide azotique sur les carbonates de soude anhydres et qui détermine ladite réaction est donc en réalité

$$15,7 + 2,8 + \eta \quad \text{et} \quad 4,9 + 5,6 + 2\eta.$$

» 5. L'acide sulfurique et les carbonates de soude anhydres :

$$SO^4H + CO^3Na = SO^4Na + CO^2 + HO \quad \text{dégage} \ldots\ldots\ldots + 13,8$$
$$SO^4H + C^2O^6NaH = SO^4Na + C^2O^4 + H^2O^2 \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots + 3,0$$

Mais la réaction du bisulfate de soude sur le bicarbonate de soude

$$S^2O^8NaH + C^2O^6NaH = 2SO^4Na + C^2O^4 + H^2O^2 \text{ absorbe} \ldots - 5,6$$

(1) On néglige l'action secondaire et consécutive que l'eau produite dans la réaction doit exercer sur l'azotate de soude.

quantité qui peut être attribuée entièrement à la vaporisation de l'acide carbonique; elle se changerait en un dégagement de chaleur $+2\eta$, si l'on tenait compte de l'opération chimique de la déshydratation de l'acide carbonique. Ici encore on peut admettre que les réactions entre les corps dissous ou anhydres sont toujours exothermiques en principe.

» 6. L'acide acétique sur le carbonate de soude anhydre :

$$C^4H^4O^4 + CO^3Na = C^4H^3NaO^4 + CO^2 + HO \text{ absorberait.... } -0,3$$

Mais ce chiffre se change en un dégagement de $+2,5$ environ, en rapportant la réaction à l'acide carbonique liquéfié. Pour le bicarbonate de soude :

$$C^4H^4O^4 + C^2O^6NaH = C^4H^3NaO^4 + C^2O^4 + H^2O^2 .... -11,1$$

» L'expérience montre en effet que la réaction a lieu avec une grande absorption de chaleur. Cette absorption surpasse de 5,3 environ le chiffre attribuable à la vaporisation de l'acide carbonique : l'excès doit être attribué à la séparation chimique (2η) qui déshydrate l'acide carbonique.

» 7. L'acide tartrique sec sur les carbonates de soude anhydres :

$$C^8H^6O^{12} + 2CO^3Na = C^8H^4Na^2O^{12} + C^2O^4 + H^2O^2..... +7,8$$
$$C^8H^6O^{12} + 2C^2O^6NaH = C^8H^4Na^2O^{12} + 2C^2O^4 + 2H^2O^2..... -13,8$$

donne lieu aux mêmes réflexions.

» 8. Poursuivons cette étude sur d'autres exemples.

» 1° *Acide sulfurique et acétates.* — En présence de l'eau :

$$\left.\begin{array}{l} C^4H^3NaO^4 (1 \text{ équiv.} = 2^{\text{lit}}) + SO^4H \ (1 \text{ équiv.} = 2^{\text{lit}}) + 2,38 \\ C^4H^4O^4 \ (1 \text{ équiv.} = 2^{\text{lit}}) + SO^4Na (1 \text{ équiv.} = 2^{\text{lit}}) - 0,12 \end{array}\right\} N - N_1 = 2,50.$$

» L'expérience directe a donné $15,87 - 13,30 = 2,57$.

» Il y a donc décomposition totale, la réaction de l'acide acétique sur le sulfate de soude ne s'écartant guère des effets de la simple dilution ($-0,07$ environ). La méthode des deux dissolvants confirme ce résultat.

» La réaction est la même entre corps anhydres. Dans ce cas,

$$C^4H^3NaO^4 + SO^4H = SO^4Na + C^4H^4O^4 \quad \text{dégage } +14,1,$$

différence trop forte pour être compensée par la chaleur additionnelle ($+8,6$), qui serait due à la formation possible d'un bisulfate.

» 2° *Acide tartrique et acétates.* — En présence de l'eau :

$$\left.\begin{array}{l} C^8H^6O^{12} \ (1 \text{ équiv.} = 4^{\text{lit}}) + 2C^4H^3NaO^4 (1 \text{ équiv.} = 2^{\text{lit}}) - 0,50 \\ C^8H^4Na^2O^{12} (1 \text{ équiv.} = 4^{\text{lit}}) + 2C^4H^4O^4 \ (1 \text{ équiv.} = 2^{\text{lit}}) + 0,14 \end{array}\right\} N - N_1 = 0,64.$$

» Ces nombres indiquent un déplacement à peu près total de l'acide acétique par l'acide tartrique. Et, chose remarquable, ce déplacement se traduit

par une absorption de chaleur. En effet, l'acide acétique dissous dégage plus de chaleur que l'acide tartrique en s'unissant avec la soude (13,30 au lieu de 12,94). Cette conclusion ne saurait être révoquée en doute, car la méthode des deux dissolvants démontre le même déplacement total.

» Il s'explique par les valeurs calculées pour les corps anhydres :

$$C^8H^6O^{12} + 2C^4H^3NaO^4 = C^8H^4Na^2O^{12} + 2C^4H^4O^4 \text{ dégage...} \quad + 8,4$$

le déplacement est donc en réalité exothermique.

» En résumé, dans toutes les réactions que je viens d'exposer, le déplacement d'un acide par l'autre est total ou sensiblement : le déplacement opéré entre les corps anhydres est le même pour les corps dissous, comme le prouve la concordance des résultats obtenus soit par la méthode thermique, soit par la méthode des deux dissolvants. Enfin, toutes les expériences où l'état physique et chimique des corps réagissants est comparable, montrent que la réaction entre les corps anhydres dégage de la chaleur, et qu'elle règle la réaction entre les corps dissous, celle-ci pouvant d'ailleurs être exothermique ou endothermique, suivant les circonstances.

» Je vais aborder les réactions dans lesquelles la base se partage entre les deux acides. »

CHIMIE. — *De l'aptitude de certains gaz à acquérir, sous l'influence de l'électricité, des propriétés actives persistantes.* Note de **M. Chabrier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai été conduit dans le cours de mes recherches à faire sur l'hydrogène et sur l'azote des observations qui me paraissent dignes de quelque attention.

» J'ai appliqué depuis quelques mois à divers gaz, et en les modifiant légèrement, les procédés récemment étudiés pour la production de l'oxygène actif au moyen de l'effluve électrique. J'ai opéré d'abord sur l'hydrogène, et c'est de mes expériences sur ce gaz que je prends la liberté d'entretenir aujourd'hui l'Académie.

» L'appareil dont je me suis servi se composait d'un tube ozoniseur de M. Houzeau, entouré d'un deuxième tube enveloppant le fil extérieur, de manière à soustraire l'opération à toute intervention de l'ozone. Ce manchon était fermé à ses deux bouts et soudé sur le tube adducteur, d'une part au-dessous des extrémités inférieures des deux fils, de l'autre au-dessus de l'hélice du fil extérieur. La fermeture supérieure était, bien entendu, traversée par le fil extérieur, afin qu'il pût être mis en communication avec l'un des pôles de l'appareil d'induction.

» Au début de ces expériences, j'avais observé qu'à l'issue du tube à dégagement on pouvait, une fois le courant électrique établi, constater toutes *les réactions caractéristiques de l'ammoniaque* (1), réactions d'autant plus sensibles que l'extrémité des fils était plus rapprochée de l'orifice du tube. Ce fait semblant révéler *l'existence de propriétés actives dans l'hydrogène électrisé*, je soumis, d'après le conseil de M. Favre, à qui j'avais communiqué cette observation, l'oxyde d'argent à l'action d'un courant d'hydrogène électrisé par effluves.

» Voici comment je disposai l'expérience : l'oxyde d'argent fut placé dans un petit récipient formé d'un bout de tube à essai ordinaire, coupé à 2 centimètres du fond, en manière de dé à coudre. Ce petit vase fut fermé avec soin par un bouchon à deux trous. L'un de ces trous était traversé par le tube adducteur, l'autre reçut un tube d'issue dirigé, suivant les besoins de l'expérience, dans de l'eau ou dans une solution propre à faire connaître les produits gazeux qui s'échappaient de l'appareil. Enfin l'extrémité du tube adducteur s'arrêtait à quelques millimètres de la surface de l'oxyde soumis à l'action du gaz électrisé.

» Les premières expériences furent faites sur un échantillon d'oxyde préparé depuis plus d'un mois, ayant une couleur vert olive, et sur lequel il me fut impossible de constater aucun effet, soit à la simple vue, soit au microscope, soit par la balance.

» Au contraire, en opérant sur de l'oxyde nouvellement préparé et déposé encore humide sur un petit disque de porcelaine introduit dans l'appareil que j'ai décrit plus haut, l'oxyde prit bientôt une teinte noirâtre; la surface se parsema de parcelles brillantes, ayant un aspect argentin, parmi lesquelles se distinguaient au microscope les petits éclats de verre dont M. A. Thenard a décrit et analysé la nature et la provenance.

» J'observai avec grand soin les phases de cette transformation. Les parcelles métalliques parurent se multiplier, puis grossir, quelques-unes affectant l'apparence de petits globules de mercure. Toutes les fois que j'ai renouvelé cette dernière expérience, l'action que je viens de décrire parut se ralentir après un certain temps, et cesser enfin complétement.

---

(1) Cette expérience se fait en appliquant une petite bande de papier réactif humide contre l'extrémité du tube adducteur, ou en y présentant une baguette imprégnée d'acide chlorhydrique. On sait d'ailleurs que l'étincelle de l'appareil Ruhmkorff détermine, dans un tube fermé, la formation d'une petite quantité d'ammoniaque dans un mélange d'azote et d'hydrogène, et la combinaison complète des deux gaz s'ils sont en proportion convenable et en contact avec un peu d'eau acidulée.

» Outre ces deux expériences extrêmes, faites sur la même matière, dans deux états très-différents, j'en ai pratiqué d'autres dans des conditions intermédiaires, dont les résultats ont varié plus ou moins, mais qui tendent toutes à prouver que *l'oxyde d'argent récemment préparé peut être réduit*, au moins partiellement, *par l'hydrogène électrisé*.

» En examinant au microscope de petites quantités d'oxyde d'argent, soumises pendant plusieurs heures à l'action de l'hydrogène électrisé, j'observai qu'à l'air les globules dont j'ai parlé plus haut se déformaient et laissaient bientôt, en paraissant se contracter, un petit squelette cristallin.

» Je soumis un de ces lots d'oxyde, en partie réduit, à une nouvelle action de l'hydrogène électrisé. Rien d'apparent ne sembla se manifester dans le cours de l'expérience, mais l'examen microscopique du résultat me permit de voir, près des plus gros fragments, et gisant sur la surface de la couche d'oxyde, des copeaux d'argent, d'une ténuité extrême, contournés comme le serait un jet de matière à demi fluide, expulsée par pression hors de l'enveloppe qui l'aurait renfermée d'abord. Quelques-uns de ces jets paraissent même avoir été projetés à quelque distance du point où ils s'étaient produits.

» Ces observations, souvent renouvelées, semblaient annoncer que l'hydrogène électrisé était apte, non-seulement à réduire partiellement l'oxyde d'argent, mais encore à *former avec le métal réduit un composé fluide, très-peu stable, et susceptible de rocher* lorsque le gaz vient à se séparer de l'argent.

» Dans le but de vérifier cette conclusion, j'exposai pendant plusieurs heures à l'action de l'hydrogène électrisé une petite lamelle circulaire d'argent pur, parfaitement nette, dans l'appareil que j'ai déjà décrit. Tant que dura l'opération et que le métal demeura soustrait au contact de l'air, la surface resta nette et parut prendre seulement une sorte de lustre turgescent. Dès que le récipient eut été ouvert et que l'air put atteindre la lamelle d'argent, sa surface se couvrit d'un léger voile blanchâtre.

» Cette surface, examinée au microscope, présentait un aspect qu'on ne peut mieux comparer qu'à une peau de chagrin argentée. Les bords de la lame paraissaient d'ailleurs tuméfiés, et sur son pourtour entier il s'était formé une sorte de bourrelet fragile, que les secousses détachaient facilement par morceaux, et dont les fragments présentaient sous le microscope l'apparence de lingots d'argent fraîchement fondus. Ces fragments étaient

doués d'une blancheur éclatante et irisés par endroits. On distinguait, en outre, sur l'étendue de la lame de nombreuses aspérités, dont quelques-unes, plus brillantes, laissaient voir des ramifications cristallines. Enfin on retrouvait près des bords quelques-uns de ces rubans métalliques dont j'ai attribué l'origine à un rochage.

» Il résulte des observations qui précèdent que l'hydrogène est susceptible d'acquérir, sous l'influence de l'électricité, des propriétés actives; que ces propriétés persistent jusqu'à une certaine distance de l'extrémité du tube, et pendant un certain temps; distance et temps qui paraissent fort courts.

» Ces propriétés se manifestent, entre autres effets, par la combinaison de l'hydrogène électrisé avec l'azote atmosphérique, par la réduction de l'oxyde d'argent nouvellement préparé, et, à ce qu'il semble, par l'alliage d'une partie de l'hydrogène actif avec le métal réduit, cet alliage paraissant liquide, très-peu stable et susceptible de rocher, lorsque l'action de l'hydrogène vient à cesser.

» Je ferai connaître, dans une prochaine Communication, la suite de ces recherches et en particulier mes expériences sur l'azote. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction du pyroxène et du péridot.* Note de **M. G. LECHARTIER**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans un travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (1), j'ai montré comment on peut reproduire les principales variétés de pyroxène et de péridot, en chauffant à une température convenable, dans un bain de chlorure de calcium, les divers éléments constitutifs de ces minéraux.

» Ce procédé réunit deux avantages principaux :

» 1° Il permet d'obtenir en quelques heures de très-beaux cristaux, purs et ne contenant pas d'alumine.

» 2° Pour cette opération, il n'est pas nécessaire de mélanger les substances qui doivent se combiner ensemble, dans les proportions mêmes qui caractérisent les minéraux à reproduire. Les cristaux que l'on obtient sont disséminés au milieu de la masse du chlorure de calcium dans la place où ils se sont formés dans la matière fondue. Toutes les substances qui n'ont pas servi à constituer les cristaux s'unissent en un silicate complexe que l'on retrouve au fond du creuset, le plus souvent à l'état de verre ou de

(1) *Comptes rendus*, séance du 6 juillet 1868.

masse solide amorphe, plus ou moins agglomérée, suivant le degré de température auquel le mélange a été porté.

» Cette séparation physique contribue à la pureté des cristaux et donne le moyen d'étudier les circonstances favorables à leur production, ainsi que les réactions qui peuvent leur donner naissance. Elle permet aussi de discerner quelques-uns des groupements naturels qui peuvent se produire lorsqu'on chauffe dans des conditions déterminées un mélange de silice, de chaux, de magnésie, d'oxyde de fer et d'alumine. Cette question me paraît avoir d'autant plus d'importance, que la silice forme, avec les oxydes précédents, un grand nombre de silicates cristallisés de composition différente.

» Voici les principaux résultats obtenus à la suite d'un grand nombre d'essais :

» 1° La présence d'une proportion relativement considérable d'alumine dans un mélange de silice, de chaux et de magnésie n'empêche pas la formation du pyroxène et du péridot. On peut remplacer dans le mélange l'alumine et une portion de la silice par du kaolin, c'est-à-dire par du silicate d'alumine.

» Le kaolin pur chauffé avec de la magnésie ou avec de la magnésie et de la chaux à une température suffisamment élevée se dédouble en un silicate alumineux, le plus souvent vitrifié, et en silicates cristallisés, péridot ou pyroxène. Il peut arriver que les cristaux obtenus dans ces conditions, ressemblant en cela à un certain nombre de cristaux naturels, contiennent de petites quantités d'alumine.

» On chauffe avec 100 grammes de chlorure de calcium :

Silice..................	6	grammes.
Chaux.................	2	»
Magnésie..............	2	»
Sesquioxyde de fer......	2	»
Alumine..............	1	»

Après l'opération, le culot de chlorure de calcium contient des cristaux de pyroxène colorés en vert clair, dans lesquels l'analyse, faite sur 6 décigrammes, ne découvre que des traces d'alumine. Le fond du creuset est recouvert d'un silicate que la fusion a fait passer à l'état de verre.

» En répétant l'expérience avec le mélange suivant :

Silice..................	8	grammes.
Kaolin.................	2	»
Chaux.................	3	»
Magnésie..............	2	»
Sesquioxyde de fer......	5	»

on obtient un silicate amorphe, fondu ou non, suivant la température à laquelle on opère, et des cristaux verts de pyroxène pour lesquels l'analyse, faite sur 1 gramme de matière, a signalé la composition suivante :

Silice	51,0
Chaux	23,4
Magnésie	18,0
Protoxyde de fer	3,0
Alumine	4,8
	100,2

» En chauffant successivement avec la même quantité de bases des mélanges de silice et de kaolin contenant 40, 60 et même 80 pour 100 de kaolin, on ne cesse pas de produire des cristaux de pyroxène; il en est encore ainsi lorsqu'on remplace la totalité de la silice par du silicate d'alumine.

» On a chauffé dans un creuset de charbon :

Kaolin	15 grammes.
Magnésie	6 »
Chlorure de calcium	100 »

et l'on a obtenu du péridot dont les cristaux prismatiques étaient accolés les uns aux autres dans le sens de leur longueur, de manière à constituer des lames striées et dentelées sur leurs bords.

» La densité de ces cristaux a été trouvée égale à 3,36, et l'analyse faite sur 1 gramme environ leur a assigné la composition suivante :

		Oxygène.	
Silice	42,9		22,9
Magnésie	52,0	20,8	22,1
Protoxyde de fer	2,2	0,5	
Chaux	3,0	0,0	
Alumine	0,2		
	100,3		

» La matière analysée contient donc de la chaux, et le rapport de l'oxygène de la silice à l'oxygène des bases est un peu supérieur à l'unité.

» Ces faits nous indiquent que le péridot obtenu n'est pas pur; car, depuis les travaux de M. Charles Sainte-Claire Deville, il est reconnu que la chaux n'existe pas dans ce minéral. D'ailleurs, en observant avec soin les cristaux, on voit à leur surface de petits cristaux de pyroxène, incolores et très-brillants, qui se sont évidemment déposés sur les lames péridotiques

déjà formées. De cette manière s'explique leur impureté, ainsi que la présence éventuelle de petites quantités de chaux dans quelques échantillons de péridot.

» 2° Lorsqu'on chauffe dans du chlorure de calcium fondu de la magnésie avec de la silice ou avec du kaolin, on trouve le plus souvent des cristaux de pyroxène mélangés au péridot, le chlorure de calcium fournissant toujours une certaine quantité de chaux par double décomposition avec les oxydes de magnésium et de fer.

» Dans toutes ces expériences, le culot de chlorure de calcium contient toujours disséminée au milieu des cristaux de silicates une poudre fine de carbonate de chaux cristallisé, comme on peut s'en assurer au moyen de la loupe. Ce calcaire est produit par la combinaison directe de la chaux fournie par le chlorure de calcium avec le gaz acide carbonique contenu dans l'atmosphère de l'intérieur du creuset, qui est complétement entouré de charbons incandescents. Ce fait est d'accord avec les expériences de M. Debray sur la dissociation du carbonate de chaux, et il prouve que le pyroxène et même le péridot peuvent se former en présence d'un excès de chaux qui se transforme en carbonate après avoir échappé à la combinaison avec la silice.

» Si l'on opère sur de la silice et de la magnésie mélangées, non plus dans les proportions où elles se trouvent dans le péridot, mais dans celles qui constituent l'enstatite, on obtient, à la fois, du péridot et du pyroxène. C'est le phénomène qui se produit lorsqu'on porte au rouge vif le mélange suivant :

Silice	6	grammes.
Magnésie	4	»
Chlorure de calcium	100	»

On obtient 10 grammes de très-beaux cristaux, dans lesquels on distingue des poids à peu près égaux de chacune de ces deux espèces minérales ; si on élève la proportion de silice en portant son poids à 10 grammes, il se forme au fond du creuset un culot vitrifié, et l'on obtient un poids total de cristaux plus petit ; mais la proportion des cristaux de pyroxène y est plus forte. Dans ces conditions, en présence de la chaux, il n'a pas été possible de reproduire l'enstatite.

» Lorsqu'on diminue la proportion de la silice par rapport à celle de la magnésie et qu'on emploie :

Silice	4	grammes.
Magnésie	6	»
Sesquioxyde de fer	6	»

le péridot constitue presque, à lui seul, tout le produit de l'opération, le pyroxène ne s'y rencontrant qu'en très-faibles quantités. De plus, la formation presque exclusive du péridot est favorisée par une température élevée, suffisamment prolongée.

» 3° En chauffant avec du chlorure de calcium, chaux, alumine et silice ou chaux et kaolin, on n'obtient pas de wollastonite, et, le plus souvent, le produit de l'expérience ne présente que des traces de cristallisation. L'addition d'oxyde de fer n'amène pas de changement dans ce résultat; mais la présence de petites quantités de magnésie suffit pour qu'il se produise dans la masse un phénomène de cristallisation séparant du mélange des cristaux de pyroxène ou de péridot.

» Pour que ce phénomène se produise, il suffit que le chlorure de calcium qui sert de bain de fusion ne soit pas pur et contienne un peu de chlorure de magnésium. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* Sixième Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les faits dont j'ai eu l'honneur d'entretenir jusqu'ici l'Académie (voir *Comptes rendus*, 1871, t. LXXIII, p. 213 et 503; 1872, t. LXXIV, p. 617, et t. LXXV, p. 29 et 88) étaient tous relatifs à l'influence des modifications lentes et progressives de la pression barométrique. Je suis loin d'avoir parcouru en entier ce vaste champ d'études, et cependant je demande aujourd'hui la permission d'abandonner un instant la marche logique des idées et des faits, pour appeler l'attention sur les conséquences dangereuses des modifications brusques, lorsqu'elles ont lieu dans le sens de la décompression.

» Cette partie de mon travail présente une importance pratique considérable. On sait, en effet, que les ouvriers qui travaillent sous pression aux mines, aux piles de pont; que les plongeurs munis de scaphandres sont exposés, *au moment de la décompression*, à des accidents souvent fort graves. Ce sont de vives douleurs locales, des paraplégies, des paralysies plus étendues encore, parfois même une mort qui peut être soudaine. On a cité une Compagnie anglaise qui, dans une seule année, sur vingt-quatre plongeurs, en a perdu dix, dont trois sont morts subitement, et les sept autres après plusieurs mois de paralysie.

» Ces phénomènes curieux et redoutables ont reçu, des ingénieurs et des

médecins qui les ont observés, les explications les plus variées, et parfois les plus étranges. Mais je n'en connais que deux qui méritent d'être examinées. La première est due à M. le professeur Rameaux, de Strasbourg (*voir* Bucquoy, *Thèse de Strasbourg*, 1861).

» Dans l'opinion du savant physicien, les accidents seraient dus à ce que les gaz normaux du sang (acide carbonique, oxygène, azote), se dissolvant en quantité plus considérable dans ce liquide sous l'influence des hautes pressions, repassent à l'état gazeux lorsque la pression n'est plus que d'une atmosphère, obstruant ainsi le calibre des vaisseaux sanguins, et faisant courir au patient les mêmes périls qu'une injection d'air dans les veines.

» M. Bouchard (*Pathogénie des hémorrhagies;* Paris, 1869) explique autrement ces faits : lorsque les gaz intestinaux, diminués de volume par l'effet de la pression, et dont le sang, qui tend alors à remplir l'abdomen, a pris la place, viennent à se dilater subitement par l'effet de la décompression, ils chassent brusquement dans la circulation générale ce sang, dont l'irruption soudaine peut produire dans divers organes, et notamment dans les centres nerveux, des apoplexies et des congestions.

» Voyons maintenant ce que dit l'expérience directe.

» Tout d'abord, l'augmentation subite de la pression ne paraît pas exercer d'action notable sur les animaux. Des moineaux qui passent instantanément de 1 à 10 atmosphères se tiennent un moment cois et immobiles, pour reprendre bientôt leurs allures habituelles.

» Mais pour la décompression, il en est tout autrement. Prenons un exemple :

Un chat très-vigoureux est placé dans un vaste récipient, où la pression est, en une demi-heure environ, portée à 8 atmosphères. A ce moment, on ouvre brusquement un gros robinet, et la pression s'équilibre en quelques minutes avec celle de l'air extérieur. L'appareil étant ouvert, l'animal bondit et s'échappe sain et sauf en apparence; mais, après dix minutes environ, il est pris d'une paraplégie complète avec paralysie de la vessie : l'urine contient du sang et des spermatozoïdes. Le lendemain, cet état persiste, la paralysie fait des progrès ascendants ; on tue l'animal, et l'on trouve la région dorso-lombaire de la moelle épinière ramollie comme de la crème, sans pouvoir y constater la moindre trace d'épanchement sanguin ou simplement de congestion.

» Je le dirai de suite : la seconde des hypothèses ci-dessus mentionnées doit être complétement écartée. J'ai bien vu quelquefois, chez des animaux tués par décompression brusque, après un long séjour dans l'air comprimé,

l'estomac et les intestins fortement distendus par des gaz, mais je n'ai jamais vu dans les centres nerveux ni dans d'autres viscères d'hémorrhagies pouvant expliquer les paralysies ou la mort.

» L'hypothèse de M. Rameaux a été confirmée, au contraire, par de nombreuses expériences. J'ai vu les gaz se dégager dans le sang, en bulles d'une ténuité extrême, ou se réunir en collections assez considérables pour que, du cœur droit d'un chien de moyenne taille, j'aie pu extraire jusqu'à 30 centimètres cubes de gaz et en faire alors une analyse exacte.

» Je l'ai trouvé composé d'azote dans des proportions variant de 70 à 90 pour 100 : le reste était constitué par de l'acide carbonique. En exposant à l'Académie, dans une prochaine Communication, les résultats que m'ont fournis les analyses des gaz du sang chez des animaux soumis à de hautes pressions, j'indiquerai comment, si la présence de l'azote et l'absence de l'oxygène s'expliquent aisément, il est beaucoup moins facile de comprendre l'existence à l'état libre de l'acide carbonique.

» Suivant la valeur de la pression à laquelle on a poussé l'animal, suivant la rapidité de la décompression, il arrive que les gaz se dégagent tout à coup en grande quantité, ou qu'il n'en repasse à l'état aériforme que des bulles plus ou moins nombreuses.

» Dans le premier cas, la circulation s'arrêtant, la mort survient à peu près instantanément, après quelques cris et quelques convulsions. On trouve alors le cœur et les vaisseaux, particulièrement le cœur droit et le système veineux, remplis d'une sorte de mousse ; les capillaires sont finement injectés de gaz ; le système porte est envahi comme les autres. Il m'est arrivé de voir périr de la sorte une chienne pleine ; l'autopsie me montra les placentas déchirés par le gaz, le sang des fœtus mousseux comme celui de leur mère, et des gaz devenus libres dans le liquide allantoïdien, mais non dans l'amnios.

» Dans le second cas, les phénomènes varient suivant le lieu de l'organisme où vont s'arrêter les bulles fines du gaz pour y intercepter la circulation. Ce ne sont parfois que des accidents passagers, des troubles locomoteurs qui disparaissent bientôt ; mais très-souvent j'ai observé des paraplégies semblables à celles du chat dont je viens de retracer l'histoire, ou des paralysies plus générales, ou des accidents cérébraux avec déviation des yeux et apparence de fureur, ou encore la mort subite, auquel cas les vaisseaux du bulbe étaient remplis de gaz.

» On comprend qu'entre ces deux cas bien tranchés il s'en place d'inter-

médiaires, dans lesquels les gaz se dégagent assez abondamment pour qu'on entende dans le cœur droit un bruit de gargouillement très-remarquable, la paralysie étant d'emblée presque générale, mais la mort ne survenant pas immédiatement.

» Je n'ai jamais vu des accidents de paralysie ayant duré plus d'une heure guérir consécutivement, bien que les animaux aient parfois survécu près de huit jours : toujours la paralysie suivait une marche ascendante jusqu'à la mort. On trouvait alors, comme je l'ai déjà dit, la moelle épinière ramollie sur divers points et particulièrement dans la région dorso-lombaire, qui est presque toujours la première envahie. La rapidité de ces ramollissements par arrêt circulatoire est une chose des plus remarquables, et je suis persuadé que la Physiologie pathologique pourra trouver dans ces expériences une source d'enseignements précieux.

» Lorsque la pression n'a pas dépassé 5 atmosphères, la décompression peut avoir lieu en deux ou trois minutes, sans accidents apparents; mais, à partir de 6 atmosphères, j'ai observé des troubles, qui deviennent constants et toujours fatals au-dessus de 7 atmosphères. Quand on arrive à 19 atmosphères, pression maxima obtenue dans mon appareil, la paralysie et la mort ne peuvent être évitées que par une décompression extrêmement lente : cinq minutes par atmosphère ne sont pas suffisantes pour mettre à l'abri de ces graves accidents. J'ai même vu des paralysies, légères et peu durables, il est vrai, survenir après une décompression dans laquelle on avait mis une heure et demie (dix minutes par atmosphère) pour descendre de 10 atmosphères à la pression normale.

» Ces faits ont été observés sur des chiens, des chats et des lapins, avec des résultats sensiblement identiques. On est donc en droit d'appliquer, dans une certaine mesure, les données qui précèdent à l'hygiène des plongeurs et des ouvriers des tubes. On peut dire, par exemple, que, jusqu'à 3 atmosphères environ, la décompression brusque ne présente pas de dangers sérieux, mais ces dangers vont en augmentant très-rapidement à partir de 5 atmosphères. Si les plongeurs qui ne dépassent pas 40 mètres peuvent être le plus souvent ramenés sans accident à la surface, la rapidité avec laquelle on les retire *à la brasse* les exposerait à une mort certaine, s'ils avaient pu atteindre des fonds de 70 à 80 mètres. Je sais bien qu'ils ne le peuvent actuellement, à cause de l'empoisonnement par l'oxygène, mais j'ai montré comment on peut éviter ce dernier danger : il faudra alors redoubler de précautions, pour ne pas tomber dans un pire. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches comparatives sur l'absorption des gaz par le sang. Dosage de l'hémoglobine.* Note de **M. N. Gréhant**, présentée par M. Claude Bernard.

« Un si grand nombre de travaux ont été publiés sur l'extraction des gaz du sang et sur l'absorption des gaz par le sang que je ne puis ici en faire même l'énumération. C'est en m'appuyant sur les travaux devenus classiques de M. Ludwig et de ses élèves, de M. Claude Bernard, de M. É. Fernet, que je me suis livré à de nouvelles recherches dont j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les premiers résultats. L'appareil que j'emploie pour l'extraction des gaz du sang est formé d'un ballon de 500 centimètres cubes environ, auquel on a soudé un col long de 1 mètre, se terminant par une extrémité olivaire que l'on réunit par un tube de caoutchouc à parois épaisses avec le tuyau d'aspiration d'une pompe à mercure d'Alvergniat. Le long col est entouré par un manchon de laiton, traversé par un courant d'eau froide, qui est très-utile pour briser la mousse du sang. On fait le vide absolu dans le ballon, d'abord rempli d'eau par le procédé que j'ai indiqué dans une Note récente sur le dosage de l'urée. Cet appareil, qui présente des fermetures hydrauliques, rendant impossible la rentrée de l'air, offre, en outre, une grande mobilité, ce qui est avantageux quand on l'emploie, comme je le fais, à deux fins, pour extraire les gaz du sang et pour absorber des gaz par le sang.

» La première question que je me suis posée est celle-ci : le sang artériel, pris dans l'artère carotide, contient-il autant d'oxygène qu'il en peut absorber ; ou bien le sang, en traversant les poumons, absorbe-t-il tout le volume d'oxygène que le même sang, agité longtemps dans un flacon plein d'oxygène, pourrait prendre ?

» Chez un chien, on découvre l'artère carotide et l'on aspire avec une seringue 60 centimètres cubes de sang en 14 secondes ; il faut ensuite 24 secondes pour porter le sang à la pompe à mercure et pour l'injecter, par le robinet de la pompe, dans l'appareil à extraction des gaz absolument vide d'air. On extrait les gaz, et les volumes gazeux sont soumis à l'analyse et ramenés secs à zéro et à la pression de 760 millimètres. On fait ensuite respirer à l'animal, pendant 3 minutes, à l'aide d'une muselière, 12 litres d'oxygène presque pur ; puis on retire de la carotide, avec la seringue et dans le même temps, 60 centimètres cubes de sang, qui est d'un rouge plus vif que celui de la première prise ; les gaz du

sang sont extraits. Enfin, on fait une troisième prise de sang, qui est agité dans un flacon plein d'oxygène pendant plusieurs minutes : le sang se défibrine en même temps qu'il absorbe de l'oxygène, il se remplit aussi de petites bulles de gaz. Le liquide est passé à travers un linge qui retient la fibrine, et s'écoule dans un flacon que l'on ferme et que l'on fait tourner rapidement avec une corde, pour rassembler les bulles de gaz qui forment la mousse. Ce sang suroxygéné est introduit dans l'appareil vide et l'on en extrait les gaz. Voici les résultats obtenus :

100 centimètres cubes de sang normal de la carotide contenaient......	16,3	d'oxygène.
100 » de sang de la carotide, après inhalation d'oxygène.	23,3	»
100 » de sang suroxygéné......................	26,8	»

» D'autres expériences semblables ont donné des résultats analogues. Ainsi le sang de l'artère carotide ou le sang qui vient des poumons ne contient pas toute la quantité d'oxygène qu'il pourrait absorber, et le rapport $\frac{16}{26}$ dépend évidemment de la rapidité du cours du sang à travers les poumons, de l'activité des mouvements respiratoires qui renouvellent plus ou moins bien l'air contenu dans les poumons ; il doit dépendre aussi de l'état de santé ou de maladie de ces organes, et les différences individuelles doivent être très-grandes ; il faut donc bien se garder, dans les recherches sur l'extraction des gaz du sang, de faire la moyenne des résultats obtenus chez différents animaux, résultats qui ne sont pas du tout comparables. Le nombre qui représente le rapport du volume d'oxygène contenu dans 100 centimètres cubes de sang artériel, au volume maximum que ce sang peut absorber, nous donne une idée assez exacte de l'*effet utile* de la respiration pulmonaire.

» De cette recherche découlent plusieurs conséquences, parmi lesquelles j'insisterai seulement sur celle-ci : il doit être très-utile, chez l'homme atteint d'une affection thoracique aiguë ou chronique, de faire exécuter des inhalations d'oxygène pur ou additionné d'air ; mais, comme il pourrait y avoir un inconvénient à envoyer aux éléments anatomiques un sang trop riche en oxygène (les expériences si intéressantes qui sont dues à M. Bert conduisent naturellement à faire cette réserve), il faut agir prudemment et faire exécuter des inhalations intermittentes de gaz oxygène pur, de manière à ne pas trop élever le volume d'oxygène contenu dans le sang artériel. Dans l'empoisonnement partiel du sang par l'oxyde de carbone, gaz dont les propriétés toxiques sur l'hémoglobine ont été si bien mises en lumière par M. Cl. Bernard, l'inhalation de gaz oxygène est tout à fait

rationnelle; il faut donner aux globules qui sont restés intacts la possibilité de prendre la plus grande quantité possible d'oxygène; aussi l'emploi de l'oxygène dans le cas d'empoisonnement par la vapeur de charbon a produit, paraît-il, d'excellents résultats.

» *Mesure du plus grand volume d'oxygène absorbable par le sang.* — J'ai fait, chez un certain nombre d'animaux de la même espèce (chiens), cette mesure, qui a fourni des résultats bien différents : chaque fois, 100 centimètres cubes de sang ont été agités avec de l'oxygène pur, puis les gaz ont été extraits. Voici les résultats obtenus chez six animaux différents, quant à l'oxygène absorbé, le gaz étant supposé sec, à zéro et à la pression de 760 millimètres :

$18^{cc},8$; $21^{cc},9$; $25^{cc},8$; $26^{cc},2$; $26^{cc},3$; $31^{cc},3$.

» Ces différences si grandes, qui existent chez des animaux qui paraissaient en bonne santé, doivent exister aussi chez l'homme. De là l'utilité de faire chez l'homme une série de recherches comparatives ; le sang peut être pris dans les vaisseaux 24 ou 48 heures après la mort, et les globules rouges ont généralement conservé leur pouvoir absorbant pour l'oxygène.

» *Dosage de l'hémoglobine.* — Le plus grand volume d'oxygène ainsi mesuré permet de doser l'hémoglobine, car on peut affirmer que le poids d'hémoglobine, de cette substance si importante au point de vue physiologique, est à peu près proportionnel au plus grand volume d'oxygène qui est absorbé par le sang.

Ce dosage peut être contrôlé et effectué dans des conditions plus exactes encore à l'aide du gaz oxyde de carbone, par le procédé suivant. Après que les gaz contenus dans le sang ont été extraits complétement, je fais passer dans l'appareil absolument vide un volume connu, par exemple 100 centimètres cubes de gaz oxyde de carbone pur (complétement absorbable par le protochlorure de cuivre); pour cela, je fixe avec un caoutchouc, au-dessus du robinet de la pompe, un tube de verre épais et capillaire, long de 60 centimètres environ ; sur ce tube, peut glisser une petite cuve à mercure mobile, qui n'est fixée sur le tube que par un bout de caoutchouc. On remplit d'abord complétement de mercure ce tube et la cuve mobile, qui est portée à la partie supérieure ; on introduit dans le mercure la cloche graduée contenant l'oxyde de carbone, puis on abaisse la cuve mobile, et le tube pénètre dans la cloche et dans le gaz ; dès que le robinet de la pompe est tourné convenablement, l'oxyde de carbone se précipite dans l'appareil, avec une certaine quantité de mercure, ce qui est sans incon-

vénient. On abaisse et on élève le ballon, et, par une agitation du sang avec le gaz, agitation qui doit durer 5 minutes environ, on obtient une couleur rouge cerise ; l'extraction et l'analyse des gaz laissés libres dans l'appareil font connaître, par une simple différence, quel est le volume d'oxyde de carbone qui est retenu par le sang. Le sang absorbe un volume d'oxyde de carbone qui reste combiné avec l'hémoglobine, à la température de 40 degrés ; l'expérience m'a montré que cette absorption est aussi complète à la pression de 5 centimètres de mercure que sous la pression ordinaire. Si, après avoir opéré ainsi, on introduit de nouveau dans l'appareil 100 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur, l'extraction des gaz les fait retrouver complétement : le sang saturé par la première opération n'a plus rien absorbé. En appliquant ce procédé, j'ai trouvé que le volume d'oxyde de carbone combiné avec l'hémoglobine, et qui me sert à la doser d'une manière tout à fait rigoureuse, est inférieur au volume total d'oxygène absorbé par le sang, car celui-ci renferme, en outre du volume d'oxygène combiné avec l'hémoglobine, la petite quantité d'oxygène contenue en solution dans le sérum et celle qui est combinée avec les sels que renferme ce liquide (M. É. Fernet), puis une quantité, très-petite en volume, de bulles microscopiques d'oxygène restées incluses dans le sang.

» Pour donner une idée des avantages que présente le procédé de recherche et de dosage de l'hémoglobine que je propose, je ferai connaître les premiers résultats de la comparaison que je fis entre le sang des veines sushépatiques et le sang du cœur droit ou de l'artère carotide.

» Chez un animal à jeun, 100 centimètres cubes de sang de la carotide ont absorbé $31^{cc},8$ d'oxygène, puis $27^{cc},2$ d'oxyde de carbone.

» 100 centimètres cubes de sang des veines sushépatiques ont absorbé 30 centimètres cubes d'oxygène, puis $26^{cc},1$ d'oxyde de carbone.

» Chez un chien en digestion, 100 centimètres cubes de sang du cœur droit ont absorbé $20^{cc},17$ d'oxygène, puis $17^{cc},53$ d'oxyde de carbone ; 100 centimètres cubes de sang des veines sushépatiques ont absorbé $17^{cc},17$ d'oxygène, puis $14^{cc},45$ d'oxyde de carbone.

» Je compte soumettre au contrôle de nouvelles expériences les résultats précédents, qui paraissent démontrer qu'il y a dans le foie une destruction d'hémoglobine.

» En terminant ici cette première Communication, je dois dire que ces recherches ont été faites au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale dirigé par M. Cl. Bernard, avec l'aide de M. le Dr Picard. »

CHIRURGIE. — *Réclamation de priorité à propos d'une Note de M.* Dieulafoy, *sur l'aspiration des liquides pathologiques.* Note de **M. J. Guérin**, présentée par M. Bouley.

« L'Académie a reçu, dans sa séance du 24 juin, par l'intermédiaire de M. Claude Bernard, communication d'un travail intitulé : *De l'aspiration des liquides pathologiques, méthode de diagnostic et de traitement.* Cette méthode, présentée comme nouvelle, n'est autre, dans ses instruments comme dans ses applications, que celle qui a été créée et vulgarisée par moi, il y a plus de trente ans, sous le titre de *Méthode sous-cutanée*, et qui est aujourd'hui trop répandue pour qu'il soit nécessaire de la rappeler.

» Exposée dans ses différents développements devant l'Académie et récompensée par elle à plusieurs reprises, la Méthode sous-cutanée est entrée sous son véritable nom dans la pratique universelle. Elle a été appliquée successivement à l'évacuation de toutes les collections pathologiques : *hydrocéphalie, hydrorachis, hydrothorax, péricardite, hydarthrose, kystes* de toute espèce de siége : *de l'ovaire, du foie;* à toutes les collections purulentes : abcès froids, abcès par congestion.

» Or les instruments et appareils dont se sert la méthode dite *aspiratrice*, le but qu'elle se propose, les effets qu'elle produit sont exactement et explicitement ceux qu'emploie et réalise la Méthode sous-cutanée. L'identité est telle, que l'auteur de la Communication, ayant intenté un procès à plusieurs fabricants d'instruments de chirurgie, pour une prétendue contrefaçon de ses appareils, a été obligé de se désister devant un rapport fait par M. le professeur Broca, au nom d'une Commission de l'Académie de Médecine et devant la déclaration de la plupart des chirurgiens des hôpitaux.

» Je joins à cette Lettre le programme imprimé de Conférences sur la *chirurgie sous-cutanée*, professées à l'hôpital des Enfants en 1844, programme dans lequel se trouvent explicitement rappelées toutes les applications indiquées comme nouvelles dans la Communication dont il s'agit. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Application du métamorphisme météoritique à l'étude de la croûte noire des météorites grises.* Note de **M. Stan. Meunier.**

« Les faits dont l'ensemble constitue le *métamorphisme météoritique* (1) paraissent susceptibles, entre autres applications, de jeter quelque lumière sur la formation et la constitution de l'écorce noire qui enveloppe les

(1) *Comptes rendus,* t. LXXI, p. 771, et t. LXXII, p. 452 et 508.

météorites grises, et d'élucider ainsi divers points relatifs à la partie météorologique du phénomène de la chute des pierres.

» Tout d'abord, j'insiste sur ceci que, dans la présente Note, je n'ai absolument en vue que les pierres grises susceptibles de métamorphisme, c'est-à-dire celles qui se rapportent aux types désignés sous les noms d'aumalite, de chantonnite, de lacéite, de montréjite, etc. La plupart des échantillons que j'ai étudiés proviennent de la chute si abondante de Pultusk, en Pologne (30 janvier 1868), et sont constitués par la chantonnite. D'autres types de pierres présentent également une croûte noire, plus ou moins analogue à celle qui m'a occupé, mais j'en fais ici complétement abstraction.

» Mes expériences, dont il suffira de donner un très-rapide résumé, sont, les unes analytiques et les autres synthétiques.

» En premier lieu, j'ai isolé une petite quantité de la croûte noire de Pultusk, pour chercher à déterminer sa composition qualitative immédiate. Plusieurs essais, parfaitement concordants, quoique portant sur des points d'aspect un peu différents, y ont constaté l'existence de grenailles métalliques, de péridot, de pyroxène et d'une matière colorante noire attaquable. Sa densité est tout à fait comparable à celle de l'intérieur de la pierre (3,57). En un mot, cette croûte présente la composition et les caractères extérieurs de la tadjérite, c'est-à-dire de la roche métamorphique tombée en 1867 aux environs de Sétif, en Algérie. Cette même écorce noire, soumise à l'examen microscopique, loin d'être vitreuse, s'est montrée cristalline, au même degré que la chantonnite qu'elle recouvre et que la tadjérite qu'elle reproduit. Dans quelques points, on trouve des filaments vitrifiés, extrêmement déliés, qui tendent à former un réseau et souvent même une couche continue, certainement fondue, mais d'une minceur extraordinaire. Ces filaments et cette couche externe sont tout à fait incolores et amorphes; leur origine paraît en rapport, soit avec certaines grenailles métalliques comme celles de troïlite, soit avec des traces de minéraux feldspathiques.

» Comme conclusion de cette première série d'expériences, on peut dire que les noms de *croûte fondue* et de *vernis*, donnés si souvent à l'écorce noire des pierres grises, sont tellement exagérés, qu'ils sont tout à fait impropres. A la première vue et dans certains points, la croûte a un aspect bulleux et scoriacé, mais, en regardant de très-près, on reconnaît qu'elle est simplement rugueuse, exactement comme la cassure de la portion grise; on croit y voir souvent des bourrelets, résultant, dit-on, de l'accumulation de la matière fondue, sur certaines parties où elle aurait ruisselé; mais, ce

qui montre bien que ces prétendus bourrelets sont simplement des accidents de forme de la pierre, c'est que, si l'on casse celle-ci dans une direction perpendiculaire aux bourrelets, on voit que l'épaisseur de la croûte noire n'y est pas plus grande qu'ailleurs; enfin, quelquefois, on observe à la surface de la croûte un fendillement qui rappelle une scorification : il doit être dû, au moins dans beaucoup de cas, à l'*étonnement* que la surface chaude a subi lors de son brusque contact avec les corps terrestres.

» Les expériences synthétiques au moyen desquelles j'ai cherché à imiter artificiellement la croûte noire viennent confirmer cette conclusion, que la croûte n'est pas le résultat d'une fusion. Si l'on chauffe au chalumeau un éclat de météorite grise, on n'obtient, en général, rien de comparable à l'écorce qui nous occupe; la pierre, par suite de l'action oxydante de l'air, devient d'abord d'un brun plus ou moins ocracé, puis elle fond très-difficilement sur les bords très-minces, en un verre brunâtre. Cependant, en opérant dans la flamme réductrice et sur un très-petit éclat, on peut obtenir d'abord la coloration en noir, puis la fusion en un verre à peu près incolore, quoique piqueté de petits grains noirs. Cette expérience reproduit les phases que traverse la surface de la pierre, pour passer de son état normal à celui de vernis : d'abord sa coloration en noir, si facile à obtenir, comme je l'ai montré dans d'autres occasions, puis sa fusion, c'est-à-dire sa désorganisation complète. Seulement on voit que, en général, le phénomène d'incandescence ne dure pas assez longtemps pour que la fusion atteigne autre chose que l'épiderme de la pierre.

» Une observation intéressante à faire à cet égard est celle des points où, après une fracture accidentelle, mais avant l'arrivée sur le sol, l'écorce a commencé à se reconstituer. On voit qu'il s'y est fait une sorte de demi-métamorphisme, dont le résultat, comme dans les expériences de laboratoire, a été la production de marbrures noires, analogues à celles de la chantonnite, et cela sans trace de fusion.

» Enfin, une dernière preuve que la partie principale de la croûte n'a éprouvé aucune fusion, et résulte simplement du métamorphisme de la roche grise, est fournie par l'expérience suivante : on prend un petit fragment de météorite grise ayant de la croûte et on le soumet, suivant le procédé connu, au métamorphisme. Après refroidissement, on brise l'échantillon perpendiculairement à la croûte, et l'on constate que celle-ci a absolument disparu; c'est-à-dire que, toute la masse étant devenue noire, le prétendu vernis ne s'en distingue plus en aucune façon. On a réalisé alors la reproduction ri-

goureuse de la roche de Sétif (tadjérite), où l'on a signalé l'*absence* de croûte, en croyant pouvoir l'attribuer à une fusibilité plus difficile que celle des pierres grises.

» Il reste maintenant à expliquer la minceur de la croûte noire des météorites, et la régularité avec laquelle elle s'est répartie à la surface de chaque fragment. Or ces faits tiennent, sans aucun doute, à la température extrêmement basse dont la matière météorique est douée au moment de son entrée dans l'atmosphère, et qu'il a été donné une fois d'observer, quoique très-grossièrement (1). C'est à ce même froid intense (pour le dire en passant) qu'il faut attribuer la cohésion des météorites charbonneuses qui, au moment de leur chute, peuvent pénétrer dans le sol et rebondir à sa surface sans se briser, tandis que, ramenées à nos conditions ordinaires, elles se désagrégent sous le moindre choc. Mais ce que je veux faire remarquer ici, c'est qu'on peut espérer rattacher à l'étude du métamorphisme météorique la mesure, au moins approximative, de la température des espaces interplanétaires, qui a été, comme on sait, l'objet de tant de suppositions contradictoires. En effet, l'épaisseur de la croûte métamorphosée, indépendante de la grosseur de chaque pierre qu'elle recouvre, pourra peut-être donner, à la suite de quelques expériences faciles à imaginer, une idée de la température interne des météorites soumises à l'action subite de la chaleur, et l'on pourra en déduire l'état thermométrique des régions d'où elles arrivent.

» En terminant, j'ajouterai que l'un des faits qui ont le plus contribué à faire voir dans la croûte des météorites le produit d'une fusion, c'est la forme même des météorites, et spécialement le contraste que présentent d'une manière si nette le côté d'avant et le côté d'arrière. Mais les faits connus maintenant ruinent complétement, il me semble, l'idée que la matière disparue sur les arêtes devenues mousses a été fondue. La température considérable de cette fusion aurait laissé sa trace dans la matière de la pierre, tandis que beaucoup de météorites très-arrondies sont restées parfaitement blanches, comme celles de New-Concord, par exemple (1er mai 1860). Suivant moi, l'arrondissement de la surface d'avant est dû à une véritable érosion produite par l'air, et tout à fait comparable à celle que l'eau réalise sur les roches terrestres.

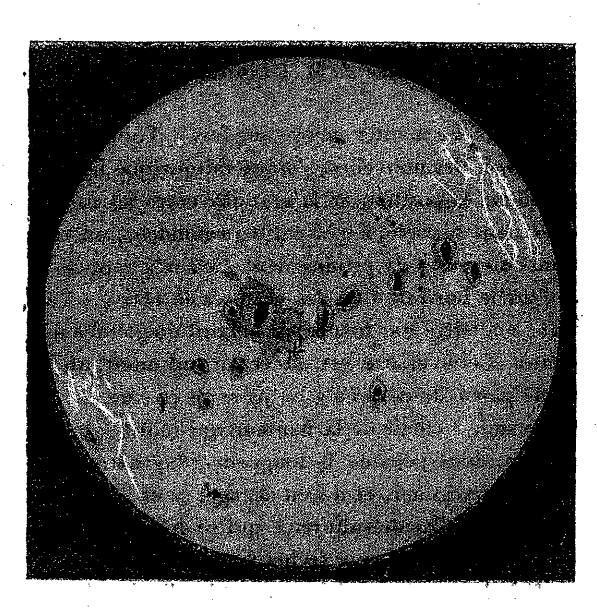
» Les rides et les bourrelets sont le résultat d'une véritable sculpture, la croûte se reformant à l'intérieur au fur et à mesure qu'elle est usée au

(1) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 1018.

dehors, et que la chaleur, par conséquent, gagne plus avant. Considérées sous ce point de vue nouveau, certaines météorites, d'ailleurs très-nombreuses, offrent pour la forme une ressemblance générale frappante avec ces îles scandinaves dont la région septentrionale a subi le rabotage du phénomène erratique, tandis que la rive sud a été abritée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale blanche observée à la Baumette, près Angers, le* 8 *août* 1872. Note de **M. A. Cheux**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Depuis quelque temps, l'atmosphère était troublée par des orages continuels et assez forts. Le 7, un vent violent du sud-ouest souffla toute la journée, et plusieurs grains orageux se montrèrent le soir.



Surface du Soleil le 9 août 1872, à 6 heures du matin. (Grossissement 80 fois.)

» Le lendemain, le temps se raffermit un peu et le baromètre monta toute la journée; il y eut cependant quelques fortes averses, et le soir, vers 9 heures, de brillants éclairs se montrèrent à l'est. A 10 heures du soir, le ciel devint très-pur et très-net, et, au nord-nord-ouest, le ciel se trouva presque subitement éclairé par une lumière blanche qui s'élevait jusqu'à β de la Grande-Ourse. A $10^h\ 12^m$, un rayon blanc assez vif apparut pendant quelques secondes au nord-nord-ouest. A $10^h\ 15^m$, un rayon blanc assez vif, ne durant que quelques secondes, se montra au nord franc. Ensuite,

vers 10h 27m, quelques autres rayons s'élancèrent de l'horizon pour disparaître aussitôt. Vers 10h 32m, un magnifique rayon blanc de 22 degrés de hauteur, et ayant la forme d'un éventail, occupa le ciel au nord. A 11h 10m, la lueur diminua graduellement, et, vers 11h 35m, le ciel reprit sa couleur ordinaire (1).

» Depuis quelque temps, le Soleil présentait une effervescence assez grande, et ce matin, 9 août, l'ayant observé avec un télescope Foucault, je vis environ vingt-quatre taches, dont une très-noire et très-belle, représentées dans le croquis ci-joint. »

GÉOLOGIE. — M. Ch. Sainte-Claire Deville communique les extraits suivants de deux Lettres relatives à la dernière éruption du Vésuve et écrites par MM. *Guiscardi* et *H. de Saussure* :

Lettre de M. Guiscardi.

« Naples, le 27 juillet 1872.

» Le 14 de ce mois, il m'a fallu monter encore une fois le Vésuve, et, comme je pense qu'il vous sera agréable d'en avoir des nouvelles, j'ajouterai quelque lignes à ma première lettre.

» Et d'abord, je rectifierai la position de la muraille entre les deux gouffres ; la direction en est nord-est-sud-ouest; sur sa crête, à très-petite profondeur, on voyait la roche incandescente et des sublimations cuivreuses s'y produisaient. Cela m'a rappelé les *ouvreaux* que vous m'aviez fait remarquer sur le bord de l'un des cratères de 1861, où se produisait l'oligiste.

» J'ai mentionné dans ma lettre une fissure sur le bord du gouffre sud, où des sublimations jaunes étaient abondantes. Cette fissure est située au sud-ouest, un peu plus vers le sud; mais c'est seulement une partie de ce qui s'y est passé de ce côté.

» Encore plus vers le sud, à partir de la hauteur qui représente le bord du grand cône, il y a sur celui-ci un ravin, dont j'évalue la longueur à 60 mètres. Les flancs en sont bien distincts, le fond en est très-irrégulier, et il s'en dégage, çà et là, de la vapeur d'eau en petite quantité : ce qui contraste avec l'acide sulfureux qui se dégage de la fissure à sublimations jaunes et près d'elle. J'ignore si l'on y a recherché l'acide carbonique. C'est de ce ravin qu'apparemment a coulé la lave qui, postérieurement à celle du 24 avril, menaçait Torre del Greco.

» Sur la paroi est du gouffre nord, il y a aussi des sublimations jaunes, comme celles de la fissure.

» Il est évident donc, ce me semble, que l'éruption qui a éclaté le 26 avril a eu lieu par

(1) L'auteur de l'observation ajoute : « C'est la quatrième aurore boréale que j'observe depuis quatre mois; les autres ont été vues le 9 mai, le 9 juin, le 10 juillet et enfin le 8 août. » Il me sera permis de faire remarquer l'échéance régulière de ces quatre apparitions, toutes placées autour des dates mensuelles ou *dodécuples* que j'ai si souvent signalées. (Note de M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

suite d'une fissure dirigée à peu près nord-sud, qui a traversé le cône tout entier, et que, par conséquent, les laves se sont déversées de part et d'autre du cône.

» Et je ne puis m'empêcher de soupçonner que le flanc est du ravin au nord, qui se présente comme *une coupe faite dans le cône* (*voyez* ma première Lettre), soit l'effet d'une faille dont on pourrait reconnaître des traces dans la fissure au bord du gouffre sud. »

Lettre de M. DE SAUSSURE

« Genève, le 17 août 1872.

» J'ai lu dans les *Comptes rendus* la longue Note que vous avez bien voulu y insérer relativement à ma Communication sur le Vésuve.

» Voici maintenant les renseignements complémentaires que j'ai obtenus indirectement de M. Palmieri.

» 1° La grande coulée de l'Atrio, descendue par le *Fosso di Faraone* sur San Sebastiano, s'est bifurquée comme la coulée de 1855, et a envoyé une branche vers San Giorgio; celle-ci a suivi les laves de 1855, comme la branche qui atteignit et dépassa San Sebastiano, mais elle a roulé plus de lave encore que la coulée de 1855.

» 2° La coulée qui a failli atteindre Resina est descendue de l'Atrio; elle a été formée par les laves qui ont passé au sud du *Monte Canteroni* et qui se sont écoulées sur le Piano.

» 3° La coulée qui a jailli à mi-côte sur le versant sud du Vésuve s'est dirigée vers les Camaldoli de Torre del Greco.

» Je ne voulais pas laisser ces lacunes subsister dans ma Communication. Ces quelques indications vous permettront de compléter approximativement le tracé des coulées sur votre carte; mais les Annales du Vésuve vous donneront, je pense, bientôt la description détaillée de l'éruption du mois d'avril, et vous renseigneront beaucoup mieux que je ne pourrais le faire sur cet événement géologique. »

MÉTÉOROLOGIE COSMIQUE. — *Manifestation, dans le département de la Vienne, du bolide qui a apporté, le 23 juillet 1872, des météorites dans le canton de Saint-Amand (Loir-et-Cher).* Extrait d'une Lettre communiquée à M. Daubrée, par **M. Jolly.**

« L'observateur était placé à Chincé, commune de Jaulnay, canton de Saint-Georges, département de la Vienne.

« Deux fortes détonations venant du côté de Chatellerault furent suivies d'un sifflement semblable à celui d'un projectile fendant l'air avec vitesse et qui se serait dirigé vers Louneuil. Là, le corps changeant de direction, avec la rapidité de l'éclair, fila vers Saulnay, en imitant le bruit d'une machine à battre qui aurait fonctionné avec précipitation dans les nues. Cela dura environ trois à quatre minutes; après quoi, le bruit sembla descendre perpendiculairement et avec une grande rapidité vers la terre, en faisant entendre, à s'y méprendre, le tintement de plusieurs cloches, et l'on entendit une lourde chute, comme celle que pourrait produire une forte pierre lancée d'une hauteur prodigieuse.

» Toutes les personnes qui ont entendu ce bruit, soit du village, soit de la route de Saulnay, sont parfaitement d'accord (et même d'une manière extraordinaire) sur le point

de la chute, qu'elles disent s'être produit au lieu dit *la Cure*, commune de Chincé. Cependant, malgré toutes les recherches, on n'a pu y découvrir aucun corps étranger au globe. »

« M. Daubrée, en présentant les observations qui précèdent, fait remarquer qu'elles correspondent à une région située à 40 kilomètres au sud-ouest de celle qui a été l'objet de la Note rédigée par M. de Tastes. On remarquera que, pour les observateurs de la commune de Chincé, le mouvement paraissait dirigé de l'est-nord-est vers l'ouest-sud-ouest, au lieu du mouvement d'ouest-sud-ouest vers est-nord-est, qui avait été constaté plus au nord, comme si deux corps, partis d'un même point situé entre Chancé et Tours, s'étaient mus en sens opposé. »

M. Tellier adresse une Note sur la sursaturation de l'eau ordinaire.

D'après l'auteur, l'eau ordinaire peut être amenée, sans se congeler, à 3 ou 4 degrés au-dessous de zéro, dans un vase de verre; on peut l'agiter vivement sans qu'elle se solidifie : cependant une secousse très-brusque détermine souvent la congélation. La moindre parcelle de givre ou de glace, tombant dans le liquide, provoque immédiatement la production d'aiguilles de glace qui se propagent dans la masse, et en même temps la température remonte à zéro. Ces phénomènes sont tout à fait analogues à ceux que présentent les solutions sursaturées.

M. J. Girard communique des épreuves photographiques de l'intérieur d'un aquarium.

« Il est nécessaire d'illuminer l'eau de l'aquarium au moyen d'une énergique réflexion des rayons solaires, soit par transmission, soit par projection directe.

» Pour faire pénétrer par transmission la lumière dans l'eau, on peut avoir recours à un miroir héliotrope, placé derrière la face postérieure de l'aquarium. La chambre noire munie de son objectif est assujettie devant la face antérieure; l'espace intermédiaire est clos par une allonge en carton, faisant un prolongement de l'aquarium dans l'obscurité. Il résulte de cette disposition que les corps opaques, tels que coquillages, algues, etc., sont naturellement éclairés par la diffusion de la lumière dans le liquide, qui leur donne les qualités photogéniques indispensables à la reproduction.

» Le second procédé opératoire consiste à diriger les rayons solaires, selon une incidence convenable, sur la face antérieure de l'aquarium; en

apposant sur le fond une glace étamée, la masse liquide et les sujets qui s'y trouvent sont vivement éclairés. La limpidité de l'eau est aussi une condition indispensable de succès. »

M. Chapelas adresse une Note sur les étoiles filantes des 8, 9, 10 et 11 août. L'impression de cette Note, qui doit être accompagnée d'une planche, est remise au prochain *Compte rendu*.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie, après avoir approuvé les derniers Rapports des Commissions chargées de juger les travaux présentés aux divers Concours pour les prix qu'elle propose, et après avoir entendu de nouveau la déclaration des Secrétaires perpétuels, dont le travail est prêt depuis longtemps, avait à fixer la date de sa séance publique. Le jour le plus rapproché aurait été le lundi 2 septembre.

Mais, à cette époque, la plupart des Membres des diverses Académies de l'Institut seraient éloignés de Paris, et les lauréats eux-mêmes se trouveraient presque tous retenus par les travaux qu'ils poursuivent pendant la belle saison.

Prenant ces convenances en considération, l'Académie a décidé que la séance publique où seront distribués à la fois les prix ou récompenses qui correspondent aux Concours des années 1870 et 1871 serait tenue le lundi 25 novembre prochain.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 5 août 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Chimie agricole; par M. J.-I. Pierre; 5e édition, t. I. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

Mémoire sur l'appareil de l'arche biaise, suivi d'une analyse des principaux

ouvrages publiés sur cette question, et d'une réponse à des critiques sur l'enseignement de la stéréotomie à l'École Polytechnique; par J.-A. DE LA GOURNERIE. Paris, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*.) [Présenté par M. le général Morin.]

La Chirurgie militaire et les Sociétés de secours en France et à l'étranger; par M. L. LE FORT. Paris, 1872; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Les origines de la civilisation. État primitif de l'homme et mœurs des sauvages modernes; par Sir John LUBBOCK, traduit de l'anglais sur la seconde édition par M. Ed. BARBIER. Paris, 1873; 1 vol. in-8°, avec figures. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Nouveaux éléments de physiologie humaine; par M. W. WUNDT, traduits de l'allemand sur la deuxième édition et augmentés de notes par le Dr BOUCHARD. Paris, 1872; 1 vol. in-8°, avec figures.

Notice sur les travaux scientifiques de M. A. LAUSSEDAT. Paris, 1872; br. in-4°.

Académie royale de Belgique. Centième anniversaire de fondation, 1772-1872; t. I. Bruxelles, 1872; 1 vol. in-8°.

Tables de mortalité et leur développement d'après le plan d'une statistique internationale et comparée; par M. A. QUETELET. Bruxelles, 1872; in-4°.

Mémoires d'Agriculture, d'Économie rurale et domestique, publiés par la Société centrale d'Agriculture de France; années 1870-1871. Paris, 1872; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 29 juillet 1872.)

Page 271. — Le paragraphe commençant par ces mots : *Ces dégagements ont lieu,.....* doit précéder le tableau au-dessous duquel il est imprimé.

Page 271, ligne 9 en remontant, 1re colonne, *au lieu de* 24 octobre 1869, *lisez* 24 décembre 1869.

Même tableau, ligne 5 en remontant, 4e colonne, *au lieu de* 2,0, *lisez* 1,0.

(Séance du 5 août 1872.)

Page 373, ligne 7 en remontant, *au lieu de* la Préka, *lisez* la Réka.

Page 374, ligne 13, *au lieu de* Tulcano, *lisez* Vulcano.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Détermination des actions mutuelles de Jupiter et de Saturne, pour servir de base aux théories respectives des deux planètes; par* **M. Le Verrier.**

« Dans la séance du 20 mai, dit l'auteur, j'ai présenté à l'Académie un ensemble de recherches relatives aux théories des quatre grosses planètes du système solaire. L'Académie ayant bien voulu témoigner de la manière la plus efficace son intention que ces travaux fussent poursuivis, je me suis mis en mesure de le faire et de les amener successivement à l'état d'achèvement où ils pourront passer dans la pratique de l'Astronomie.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui la partie du travail commune aux actions mutuelles de Jupiter et de Saturne, prête pour l'impression, lorsqu'il plaira à l'Académie de l'ordonner.

» Lorsqu'on veut donner à la théorie présente une précision égale à celle à laquelle atteignent les observations, les développements analytiques prennent une étendue considérable. Cette partie de la science est sans aucun doute destinée à donner aux astronomes et aux géomètres de grands soucis, et cela dans un avenir très-prochain.

» Je sollicite aujourd'hui de nos confrères les géomètres de l'Académie

qu'ils veuillent bien tourner de nouveau leur attention sur l'intégration des équations différentielles dont dépendent les inégalités séculaires des orbites.

» Lagrange a montré que l'intégration s'effectue par une méthode très-élégante, lorsqu'on n'a égard qu'aux termes du premier ordre par rapport aux masses perturbatrices, et du premier degré par rapport aux excentricités des orbites.

» Laplace, après qu'il eut découvert la grande inégalité de Jupiter et de Saturne, établit qu'il en résultait dans les équations différentielles de nouveaux termes séculaires, du second ordre par rapport aux masses perturbatrices, et de degré supérieur par rapport aux excentricités. Ces termes, très-sensibles, ne sont pas les seuls qu'il soit indispensable de considérer.

» Les termes d'un ordre donné se développent suivant les cosinus des multiples des différences des longitudes des périhélies des deux Planètes, pour ce qui concerne les variations des périhélies ; suivant les sinus des mêmes angles, en ce qui concerne les variations des excentricités. Or, si nous considérons le coefficient d'une de ces lignes trigonométriques, celui, par exemple, du cosinus de la différence des longitudes des périhélies, on reconnaît que ce coefficient se compose d'une suite de termes du 1er, du 3e et du 5e degré, qui tous sont positifs, et dont la somme contribue par conséquent à un effet total considérable ; c'est ainsi que l'ensemble des termes du second ordre arrive à surpasser le tiers des termes du premier ordre. Et comme l'on sait que, quand l'excentricité de Jupiter, par exemple, diminue, celle de Saturne augmente, il en résulte que la propriété qui donne tant d'influence aux termes du second ordre produira à toute époque les mêmes effets.

» De là résulte la nécessité d'avoir égard aux termes qui sont du troisième ordre, par rapport aux masses perturbatrices. Les développements jouissent de la même forme que dans les deux premiers ordres ; seulement les coefficients des lignes trigonométriques se composent chacun d'un plus grand nombre de termes qui s'élèvent jusqu'au 7e degré, et l'on retombe encore sur cette propriété, que dans un même coefficient tous les termes sont de même signe, ce signe étant d'ailleurs celui dont ils sont affectés dans les coefficients des lignes trigonométriques analogues dans les ordres précédents. Par cette circonstance, les termes du troisième ordre deviennent eux-mêmes fort sensibles, et ils doivent être considérés même dans l'Astronomie actuelle, à plus forte raison dans la recherche des intégrales générales.

» Ces résultats nous ont porté à considérer, à leur tour, les termes qui sont du quatrième ordre par rapport aux masses perturbatrices. Comme on devait s'y attendre, leur influence est tout à fait comparable à celle des termes du troisième ordre, et il est nécessaire d'en tenir compte. Les termes du cinquième ordre sont beaucoup plus petits et peuvent être négligés quant à présent.

» L'intégration d'un ensemble d'équations simultanées aussi complexes serait impossible, si l'on ne profitait attentivement des circonstances qui peuvent la simplifier.

» On pourra, sans doute, considérer d'abord et uniquement les quatre équations relatives aux excentricités et aux périhélies de Jupiter et de Saturne, en agir de même à l'égard des inclinaisons et des nœuds des deux planètes, et réserver le reste pour une seconde approximation.

» Les termes du troisième et du quatrième ordre pourront également être réservés, mais il faudra considérer simultanément l'ensemble des termes du premier et du deuxième ordre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Note sur l'action exercée à la température rouge par le charbon et par le fer sur l'acide carbonique; par* **M. Dumas.**

« Peu de temps après la découverte de l'oxyde de carbone, par Priestley, la constitution de ce gaz était mise en évidence par Cruishanks, d'une part, et de l'autre par Clément et Desormes. Cependant, Berthollet soutenait que ce nouveau gaz inflammable contenait de l'hydrogène, associé au carbone et à l'oxygène.

» Aujourd'hui, ce n'est plus la nature de l'oxyde de carbone qui est mise en cause; elle a été trop bien démontrée par la comparaison des densités de l'acide carbonique, de l'oxygène et de l'oxyde de carbone lui-même, ainsi que par la conversion de ce dernier gaz en acide carbonique, opérée sur une grande échelle, avec une extrême précision par M. Stas, pour qu'elle laisse prise à aucune objection.

» M. Dubrunfaut, pour contester le mode de génération de l'oxyde de carbone, n'en est pas moins conduit, ainsi que Berthollet, à considérer l'hydrogène comme indispensable à sa formation. D'après lui, l'acide carbonique sec ne pourrait pas être converti en oxyde de carbone par le charbon sec. Cette action exigerait que l'acide carbonique fût humide ou que le charbon contînt de l'eau, et la présence de la vapeur d'eau serait

nécessaire pour déterminer la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone.

» Pour Berthollet, l'hydrogène entrait, comme matière, dans la composition même de l'oxyde de carbone; pour M. Dubrunfaut, c'est par sa présence qu'il décide la production de ce gaz, comme excitateur.

» Depuis que les chimistes, à l'exemple de Berzélius, ont admis les actions de contact, et qu'on a vu quelquefois des traces d'une substance convenablement choisie déterminer des réactions profondes sur d'autres produits pris en quantités considérables, on est disposé à faire intervenir souvent ce mode mystérieux d'action chimique.

» Il n'est pas facile, *à priori*, de repousser ces interventions. Pourquoi, en effet, une trace d'oxygène serait-elle nécessaire, quand il s'agit de décomposer l'oxyde de carbone au moyen du fer, et pourquoi une trace d'hydrogène ne le serait-elle pas, lorsqu'il s'agit de convertir l'acide carbonique en oxyde de carbone au moyen du charbon?

» Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que de telles questions soient posées. Seulement, on aimerait qu'elles le fussent toujours après avoir consulté l'expérience. En tout cas, il n'est pas bon que, le doute continuant à peser longtemps sur des sujets de cet ordre, on soit amené à considérer, peu à peu, comme incertaines les vues fondamentales sur lesquelles repose l'édifice construit par Lavoisier.

» Après avoir démontré, par une série d'expériences sur la combustion du graphite sec et privé d'hydrogène, dans l'oxygène absolument sec, que la formation de l'acide carbonique a lieu dans ces conditions, contrairement à l'opinion de M. Dubrunfaut, je me suis proposé de contrôler à son tour la seconde des propositions émises par cet habile chimiste, savoir: que l'acide carbonique ne peut pas être converti en oxyde de carbone par le charbon, sans le concours de l'hydrogène ou de l'eau.

» J'ai mis un intérêt particulier à éclairer cette question. L'oxyde de carbone m'a toujours occupé. J'y voyais le lien entre la chimie organique et la chimie minérale, lorsque j'introduisais l'emploi du gaz chloro-carbonique dans la synthèse des combinaisons organiques. C'est dans mon laboratoire que M. Leblanc découvrit les propriétés vénéneuses si extraordinaires de l'oxyde de carbone, devenu l'un des moyens les plus puissants pour l'analyse des gaz du sang. Je démontrais, dans mes cours publics: 1° que l'acide carbonique peut être converti en oxyde de carbone par le charbon; 2° que l'eau peut être transformée par le charbon en oxyde de carbone et en hydrogène; 3° que les gaz produits par l'une ou l'autre

de ces réactions se comportent à volumes égaux, comme sources de chaleur, à la manière de l'hydrogène pur. Ajoutant, en effet, au gaz oxyde de carbone, provenant de la décomposition de l'acide carbonique; au mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène produit par la décomposition de l'eau; enfin, à l'hydrogène lui-même, la moitié de leur volume d'oxygène, je démontrais que les flammes provenant de ces trois sources de chaleur pouvaient fondre également le platine. J'appelais en conséquence l'attention des industries pyrotechniques sur l'emploi de ces gaz, qui offraient le moyen d'utiliser pour les températures les plus hautes les combustibles les plus pauvres, et de régulariser l'emploi de tous ceux dont nous disposons (1).

» L'invention du four Siémens a réalisé toutes ces prévisions, et lorsqu'on voit son adoption, déjà fort étendue, devenir l'occasion de grands profits, tout en améliorant la qualité des produits et le sort des ouvriers, on s'étonne qu'il puisse rester encore des doutes sur les circonstances relatives à cette transformation par le charbon de l'acide carbonique en oxyde de carbone, dont le rôle est devenu si important.

» Cependant, si l'on remonte aux premiers travaux dont l'oxyde de carbone a été l'objet, on trouve que l'expérience sur laquelle on s'appuie pour professer ce point de doctrine chimique, a été effectuée par Cruishanks et par Clément et Desormes au moyen de deux vessies placées aux deux bouts d'un tube en fer ou en terre chauffé au rouge, à l'aide desquelles on forçait le gaz acide carbonique, passant alternativement de l'une à l'autre, à subir l'action du charbon contenu dans le tube.

» Dans cette expérience un peu primitive, l'acide carbonique employé était humide; le charbon l'était également et contenait certainement de l'hydrogène combiné. Elle ne permettait donc pas de trancher ni l'une ni l'autre des deux questions suivantes : 1° le charbon décompose-t-il l'acide carbonique absolument sec? 2° L'acide carbonique peut-il être entièrement converti par le charbon en oxyde de carbone?

» J'ai mis à profit de nouveau pour les résoudre des appareils que les laboratoires de l'École centrale possèdent.

» L'acide carbonique était produit par l'acide chlorhydrique et le marbre blanc, au moyen d'un appareil à dégagement constant pouvant fonctionner pendant plus de huit jours sans interruption. Le gaz traversait un premier

---

(1) Mes expériences sur la décomposition de l'eau par le charbon ne sont pas d'accord avec celles de M. Bunsen. Elles feront l'objet d'une Note particulière.

vase plein de bicarbonate de soude pour le dépouiller de toute vapeur d'acide chlorhydrique. Un second vase plein de chlorure de calcium menu commençait sa dessiccation. Cinq tubes en U, présentant un développement de $2^{m},50$, pleins de pierre ponce à gros grains mouillée d'acide sulfurique concentré, achevaient la dessiccation du gaz.

» Le charbon que renfermait le tube de porcelaine était un charbon de bois léger, criblé à gros grains, chauffé au rouge blanc dans un creuset enveloppé de poussier, et mis en place encore très-chaud. Deux tampons d'amiante le maintenaient dans le tube.

» Les gaz sortant du tube de porcelaine étaient recueillis sur le mercure.

» Je me suis assuré que le gaz acide carbonique n'entraînait pas trace d'acide chlorhydrique, en le faisant passer dans un appareil à boules, contenant de l'acide sulfurique concentré, tenant du sulfate d'argent en dissolution. Je n'ai pas aperçu la formation de la moindre trace de chlorure d'argent, même après deux ou trois jours de service de l'appareil.

» Comme il s'agissait de s'assurer que les gaz sortant de l'appareil seraient entièrement absorbables, l'acide carbonique par la potasse, l'oxyde de carbone par la dissolution de protochlorure de cuivre, j'ai cherché si les agents employés ne pouvaient pas fournir quelques traces de gaz non absorbables par ces deux réactifs.

» L'acide chlorhydrique liquide, par exemple, ne pouvait-il pas contenir de l'air qui se répandrait dans l'acide carbonique auquel il aurait donné naissance ? Pour répondre à cette question, qui intéresse une foule d'expériences où l'acide carbonique produit par son intermédiaire intervient, j'ai fait bouillir dans un ballon l'acide chlorhydrique liquide, comme s'il s'agissait d'extraire et de doser l'air de l'eau. 405 centimètres cubes d'acide ont fourni $4^{cc},6$ d'air par une ébullition prolongée.

» 100 centimètres cubes d'acide chlorhydrique liquide peuvent donc abandonner $1^{cc},15$ d'air à l'acide carbonique qu'ils produisent, dont la quantité s'élève à 10 000 centimètres cubes et correspond à 20 000 centimètres cubes d'oxyde de carbone (1).

» L'air fourni par l'acide chlorhydrique forme donc à peu près $\frac{1}{20000}$ du volume total du gaz sortant du tube de porcelaine et constitue une quantité inappréciable.

(1) 100 centimètres cubes de l'acide chlorhydrique employé pèsent 83 grammes et contiennent 33 grammes d'acide réel, capables de déplacer 20 grammes d'acide carbonique, représentant 10 litres de ce gaz à zéro et 0,76, et 20 litres d'oxyde de carbone.

» Le marbre blanc le mieux choisi, le plus compacte, ne contiendrait-il pas de l'air emprisonné dans quelques cavités accidentelles, et qui s'en échapperait au moment de sa dissolution par les acides? La quantité en serait très-faible, très-variable, et généralement négligeable, sans doute; mais, pour des expériences de la nature de celles que j'avais à poursuivre, il était nécessaire d'en tenir compte, s'il y avait lieu.

» Or, l'acide carbonique sortant de l'appareil, avant que le tube de porcelaine eût été chauffé, était entièrement absorbable par la potasse. 100 centimètres cubes laissaient comme résidu une bulle de la grosseur d'une tête d'épingle, de l'ordre des millionièmes, relativement au volume total du gaz. Celle-ci provenait même probablement d'une trace d'air expulsé de la dissolution de potasse employée pour absorber l'acide carbonique. En tout cas, il était impossible d'en apprécier la nature ou le volume.

» Ces précautions ne sembleront point exagérées, puisque la moindre trace d'oxygène détermine la décomposition de l'oxyde de carbone par le fer et le dépôt du charbon en quantités considérables sur ce métal qui n'agit point sur l'oxyde de carbone pur.

» Je ne considérais donc pas, pour mon compte, comme une pensée vaine et qu'on devait rejeter sans examen, cette assertion que des traces de vapeur d'eau pourraient être nécessaires à la combustion du charbon. Je connais les difficultés qu'on rencontre dans toute expérience précise, et je sais aussi qu'il ne faut pas repousser une vue nouvelle, par ce seul motif qu'elle dérange les habitudes de notre esprit.

» L'acide carbonique circulant dans mes appareils étant pur et sec, j'ai porté au rouge-cerise clair la température du tube de porcelaine contenant le charbon. Un courant lent d'acide carbonique étant dirigé au travers du tube, j'ai laissé perdre quelques litres de gaz avant de recueillir celui que je destinais aux analyses. En voici les résultats :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Acide carbonique	0	0	0	2	3	12
Oxyde de carbone	56	124	119	68,5	116	105,8
Gaz non absorbable et inflammable	1	1	1	0,5	1	0,2
	57	125	120	71,0	120	118,0

» Tant que le charbon s'est trouvé en quantité suffisante, l'acide carbonique a donc été complétement décomposé; mais, à la fin de l'expérience, il s'était produit des chemins par lesquels l'acide carbonique pouvait s'écouler sans rencontrer le charbon nécessaire à la formation de l'oxyde de carbone, et il en passait des quantités de plus en plus notables.

» D'un autre côté, des traces d'eau retenues par le charbon, malgré tous les soins apportés dans le chargement du tube, ont donné successivemen 1 centième, $\frac{1}{2}$ centième, $\frac{1}{4}$ de centième d'hydrogène, proportions décroissantes, sans qu'on ait pu arriver à faire disparaître complétement ce gaz. J'avais prévu ce résultat, et toutes les dispositions étaient prises en conséquence. Je savais depuis longtemps qu'on ne parvient à priver le charbon d'hydrogène ou d'eau qu'à l'aide du chlore, à la chaleur rouge.

» Le tube de porcelaine étant rempli de charbon avec les mêmes soins que dans la première expérience, on l'a chauffé au rouge, et l'on a dirigé dans son intérieur un courant de chlore sec pendant toute une journée. Il s'est dégagé des vapeurs abondantes d'acide chlorhydrique, accompagnées de chlorure de silicium, de chlorure de fer et de chlorure de potassium.

» On a balayé l'appareil refroidi, au moyen d'un courant d'acide carbonique sec, et l'on a élevé la température au rouge-cerise clair. Il s'est dégagé pendant quelque temps encore des vapeurs soit d'acide chlorhydrique, soit des chlorures désignés plus haut. Lorsqu'elles ont cessé de paraître, on a recueilli les gaz dont voici l'analyse :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Acide carbonique..........	3	0	2,7	trace.	trace.
Oxyde de carbone.........	78	61	89,0	51,9	67,9
Gaz non absorbable........	1	1	0,3	0,1	0,1
	82	62	92,0	52,0	68,0

» L'expérience répétée dans les mêmes conditions, on a obtenu les résultats suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Acide carbonique....	0,0	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	4,6	9,9
Oxyde de carbone...	94,4	94,5	97,6	96,3	99,9	188,0	95,4	90,1
Gaz non absorbable..	2,8	0,8	0,4	0,2	0,1	traces inappréc.	traces inappréc.	traces inappréc.
	97,2	95,5	95,5	96,5	100,0	188,0	100,0	100,0

» Ces résultats démontrent que, au début de l'opération, il se dégage encore quelques traces d'un gaz non absorbable par la potasse ou par le protochlorure de cuivre. A la fin, ce gaz a disparu. Mais, à mesure que le charbon se brûle, on voit reparaître l'acide carbonique, qui échappe à l'action du charbon.

» Deux points demeurent donc acquis : le premier, c'est que le charbon, absolument dépouillé d'hydrogène et d'eau par l'action du chlore, transforme l'acide carbonique en oxyde de carbone ; le second, c'est que la con-

version de l'acide carbonique en oxyde de carbone est totale, à la température du rouge-cerise clair, quand les circonstances sont favorables, c'est-à-dire quand il y a excès de charbon et que le courant est lent.

» L'acide carbonique exerce-t-il la même action sur le fer? Il n'est pas nécessaire d'expliquer par quelles raisons on a été conduit à poursuivre cette recherche. Le fer et l'acide carbonique se trouvent si souvent en présence à une température élevée qu'on a besoin de savoir avec certitude dans quelles limites ils peuvent réagir l'un sur l'autre pour des conditions déterminées.

» J'ai porté à la même température que dans les expériences précédentes un tube en porcelaine rempli de tournure de fer, et j'y ai fait passer : 1° un courant d'air pour oxyder la surface du métal et pour brûler toutes les poussières ou graisses adhérentes ; 2° un courant d'hydrogène sec pour réduire le métal oxydé ; 3° un courant très-lent d'acide carbonique pur et sec obtenu au moyen de l'appareil décrit plus haut.

» N'ayant pas réalisé de la sorte la décomposition totale de l'acide carbonique, j'ai supposé que les surfaces métalliques étaient insuffisantes, et j'ai repris l'expérience, après avoir rempli au moyen de grosse limaille de fer tous les vides laissés par la tournure. L'ensemble a été soumis de nouveau au rouge vif, à l'action de l'air, à celle de l'hydrogène sec et, en dernier lieu, à celle de l'acide carbonique sec et pur.

» Voici les résultats de ces deux expériences :

Tournure de fer seule.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Acide carbonique........	36	28	32,5	30,9	35,3
Oxyde de carbone........	48	59	67,0	66,0	62,0
Résidu inabsorbable......	2	1	0,5	0,1	0,2
	86	88	100,0	97,0	97,5

Tournure et limaille de fer.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Acide carbonique.....	35	38,5	29,5	31,6	35,0	34	42,9
Oxyde de carbone....	88	70,0	78,0	77,0	64,9	99	74,0
Résidu inabsorbable...	perdu	0,5	0,5	0,4	0,1	perdu	0,1
	123	109,0	108,0	109,0	100,0	133	117,0

» Sans rien changer à l'appareil, on a fait passer dans le tube successivement, encore une fois à la chaleur rouge presque blanc, l'air, l'hydro-

gène sec et l'acide carbonique pur et sec; voici les résultats de cette dernière épreuve :

Tournure et limaille de fer.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Acide carbonique........	20	48	43,0	36,7	20,9	45,0	26,8	42,0
Oxyde de carbone.......	101	85	82,5	89,0	95,0	94,9	83,0	82,9
Gaz non absorbable......	1	1	0,5	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
	122	134	126,0	126,0	116,0	140,0	110,0	125,0

» Il résulte de ces trois séries d'expériences qu'un courant même très-lent d'acide carbonique passant sur le fer à une température voisine du rouge blanc n'est pas converti tout entier en oxyde de carbone. Pour 100 volumes d'acide carbonique employé, il en échappe au moins 30 volumes, et quelquefois près de 50 à la décomposition. En tout cas, la proportion varie d'un essai à l'autre.

» Je n'ai pas pu réduire à des quantités inappréciables, comme c'est le cas pour le charbon, la proportion de gaz inabsorbable. Elle est restée assez constamment égale au $\frac{1}{1000}$ ou au $\frac{1}{1500}$ du volume total du gaz. Je ne m'étais pas préparé à recueillir ce gaz en quantité assez notable pour en faire une analyse, et je laisse à décider plus tard s'il faut y voir de l'azote ou de l'hydrogène condensés par le fer et abandonnés au moment de son oxydation, ou même de l'oxygène provenant de la dissociation de l'acide carbonique. Les premiers résidus m'ont paru combustibles; les derniers m'ont semblé privés de cette propriété et partiellement absorbables par les pyrogallates alcalins. Mais sur des quantités aussi faibles, du volume d'une lentille, il reste toujours quelque incertitude.

» Tandis que l'acide carbonique pur et sec est converti tout entier par le charbon en oxyde de carbone, le fer ne ramène donc point à cet état la totalité de l'acide carbonique à la même température.

» La différence entre l'action du fer et celle du charbon s'explique tout naturellement, si l'on y voit un effet de l'affinité. Elle s'explique aussi quand on y voit une conséquence de la dissociation des composés par la chaleur. En effet, l'acide carbonique, se séparant par la chaleur en oxyde de carbone et oxygène en présence du charbon, trouve dans celui-ci l'élément nécessaire pour convertir l'oxygène en oxyde de carbone. Avec le fer, au contraire, l'oxyde de fer formé tend à reproduire l'acide carbonique, en agissant sur une portion de l'oxyde de carbone, et donne naissance à des mélanges variables des deux gaz. Pour fixer les limites de cette dernière réaction, il aurait fallu maintenir l'acide carbonique à une température fixe, long-

temps en contact avec le fer, et non le diriger sur lui sous forme d'un courant. Mais je n'avais pas en vue une étude qu'il appartient au laboratoire de notre confrère M. Henri Sainte-Claire Deville d'accomplir.

» En résumé, il résulte de ces expériences :

» Qu'au point de vue de la doctrine, on peut enseigner avec certitude :

» 1° Que l'acide carbonique absolument sec, en passant sur le charbon entièrement privé d'hydrogène, se convertit, à la chaleur du rouge-cerise clair, en oxyde de carbone;

» 2° Que, si le charbon est en excès, l'acide carbonique disparaît tout entier, remplacé par de l'oxyde de carbone parfaitement pur;

» Qu'au point de vue des applications, il convient de noter :

» 3° Que le charbon de bois le plus énergiquement chauffé retient de l'hydrogène ou de l'eau qu'il ne perd que sous l'influence prolongée du chlore à la chaleur rouge;

» 4° Que le charbon qui n'a pas subi le traitement par le chlore, étant employé à convertir l'acide carbonique en oxyde de carbone, fournit toujours un gaz accompagné de quelques traces d'hydrogène;

» 5° Qu'un courant lent d'acide carbonique sec est partiellement converti par le fer, chauffé au rouge-cerise clair, en oxyde de carbone, une proportion considérable d'acide carbonique restant toutefois inaltérée ou se trouvant régénérée. »

ASTRONOMIE. — *Lettre de* **M. C. Péters**, *relative à la découverte de deux nouvelles petites planètes;* communiquée par M. Yvon Villarceau.

« Clinton (New-York), 6 août 1872.

» J'ai l'honneur de vous envoyer les observations obtenues jusqu'à aujourd'hui de deux planètes nouvelles, qui ont été trouvées, l'une et l'autre, dans la même nuit du 31 juillet. Je vais les désigner provisoirement par les chiffres (122) et (123).

Observations de la planète (122),

1872.	Ham. Col. tm. moy.	α.	δ.
	h m s	h m s	° ′ ″
Juillet 31.......	15. 9.37	21.48.56,47	−11.41.54,9
Août 1.......	11.32.49	48.22,36	45. 1,8
2.......	12.42. 0	47.39,73	48.47,4
3.......	12. 1.16	46.59,51	52.38,2
4.......	12. 1.18	46.17,64	−11.56.31,0
5.......	11.57. 8	21.45.35,47	−12. 0.21,1

La grandeur est environ 11,5.

Observations de la planète (123).

	h m s	h m s	° ′ ″
Juillet 31.......	14.30. »	21.58.10	−10. 4.»
Août 1.......	12. 8.29	57.30,53	4.55,3
2.......	13.22.13	56.39,73	6.42,3
4.......	11.31. 8	55. 4,91	10.15,5
5.......	12.53.38	21.54.11,34	−10.12.15,0

Grandeur estimée 12,0.

» Le 31 juillet, le clair du jour trop avancé ne permettait plus de faire une mesure exacte de cette planète.

» Toutes les positions données sont sujettes à de petites corrections, avec une meilleure connaissance des positions des étoiles de comparaison. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles études propioniques; par* **MM. Is. Pierre** *et* **E. Puchot.** (Extrait.)

« Nous avons montré, il y a plus de six ans déjà, que l'alcool propylique est un produit habituel de la fermentation alcoolique; nous avons constaté sa présence dans les produits de la distillation du cidre aussi bien que dans ceux des fermentations industrielles. Ce n'est pas par grammes, ni même par décagrammes, *c'est par décalitres* que nous avons séparé et purifié cet alcool propylique. Après avoir décrit, dans plusieurs Mémoires successifs, les principaux éthers dérivant de cet alcool, soit par l'oxyde de propyle, soit par l'acide propionique, nous présentons aujourd'hui à l'Académie le résultat d'études plus circonstanciées sur ce dernier acide.

» Nous n'avons pas l'intention d'entrer ici dans une discussion quelconque entre les composés *isopropyliques* ou *propyliques normaux*, pour justifier l'admission de notre acide propionique dans tel ou tel groupe, nous nous bornerons à dire ce que nous avons fait et ce que nous avons vu; chacun pourra conclure à son point de vue.

» Nous avons préparé l'acide propionique de deux manières distinctes, quoique fondées sur le même principe, soit en le faisant passer d'abord par l'état de propionate propylique, soit en acidifiant complétement l'alcool, mais en ayant soin, dans l'un comme dans l'autre cas, de n'employer comme matière première que de l'alcool propylique *pur*.

» **1.** Amené, par une série de distillations méthodiques, à son maximum de concentration, l'acide propionique renferme les éléments de 1 équivalent d'eau, dont il ne peut perdre aucune partie par la distillation; il peut être alors représenté par la formule $C^6H^5O^3, HO$.

» 2. A cet état de concentration, il bout régulièrement à 146°,6, sous la pression moyenne de $0^m,76$.

» 3. Il a pour poids spécifique :

A zéro	1,0143
A 49°,6	0,9607
A 99°,8	0,9062

» 4. Le propionate de baryte, qui a cristallisé vers 20 ou 25 degrés, contient 1 équivalent d'eau de cristallisation, c'est-à-dire qu'il peut être représenté par la formule $C^6H^5O^3$, BaO, HO.

» 5. Le propionate d'argent cristallisé est anhydre et représenté par la formule $C^6H^5O^3$, AgO. »

MÉMOIRES LUS.

HÉTÉROGÉNIE. — *Expériences nouvelles sur les générations spontanées.* Note de **M. Donné.**

(Commissaires : MM. Daubrée, Pasteur, Blanchard.)

« Tout le monde connaît les différents systèmes d'expériences qui ont été institués pour aborder le problème des générations spontanées. Le plus fameux est celui qui a été consacré par M. Pasteur; il consiste à opérer sur des substances organiques, purgées des germes qu'elles peuvent contenir, et mises à l'abri de ceux qui flottent dans l'air.

» M. Pasteur a bien senti par où ses expériences pouvaient être attaquées, car il m'écrivait, en répondant à la communication que je lui faisais en 1863 :

« Si les partisans de l'hétérogénie avaient eu un peu plus de nez, ils auraient vu que le point faible de mon travail consistait en ce que toutes mes expériences s'appliquaient à des matières cuites. Ils auraient dû réclamer de mes efforts un dispositif d'épreuves permettant de soumettre à un air *pur* des substances naturelles, telles que la vie les élabore, et à cet état où l'on sait bien qu'elles ont des vertus de transformation que l'ébullition détruit. Cette objection, je me la suis faite, et je dois avouer que, dans ma ferme résolution de ne prendre pour guide que l'expérience, je n'eusse pas été satisfait tant que je n'aurais pas trouvé le moyen de réaliser des expériences sur des matières non chauffées préalablement, telles que le sang et l'urine.

» Ce sont précisément des expériences de cette nature, et peut-être encore plus probantes que celles auxquelles je fais allusion, que vous venez de tenter avec un plein succès. Votre idée a été très-ingénieuse. En voyant les œufs rester intacts si longtemps, en présence d'un

air qui a la composition de l'air ordinaire, il est difficile de prétendre que la matière organique peut s'organiser d'elle-même au contact de l'oxygène de façon à produire des êtres nouveaux..... »

» Les expériences dont parle M. Pasteur avaient pour objet les œufs d'oiseau.

» Les œufs en effet réalisent toutes les conditions désirables : la matière qu'ils renferment est naturellement préservée de l'intervention des agents extérieurs, par une enveloppe imperméable aux particules et aux germes répandus dans l'atmosphère. Elle est d'un ordre très-élevé dans l'organisation, car elle contient tous les principes constituants d'animaux haut placés dans l'échelle zoologique. Ces éléments sont tout prêts à entrer dans le mouvement vital, sous l'influence du germe qu'ils possèdent et qu'ils sont propres à nourrir et à développer. Ils vivent presque, c'est presque déjà de la matière vivante.

» En outre, ils ne manquent pas de l'air nécessaire aux fonctions de la vie, ils en contiennent au contraire une portion notable, destinée aux premiers besoins de la respiration du petit. C'est de l'air atmosphérique très-pur et propre à allumer la première étincelle de vie dans l'embryon qui va naître.

» Il y a donc là, réunies, les conditions les plus favorables à une génération spontanée. A la moindre impulsion, au premier mouvement de fermentation, ces éléments ne vont-ils pas donner naissance aux organismes inférieurs qui se produisent, avec une si merveilleuse facilité, dans les matières en décomposition ?

» Eh bien, abandonnés à eux-mêmes jusqu'à la putréfaction, à une température favorable, les œufs se décomposent et pourrissent, sans que la vie se manifeste en eux, par la présence d'animalcules infusoires, ou de végétations microscopiques. Il paraîtrait donc démontré que la matière organique, placée dans les meilleures conditions de vitalité, n'étant ni altérée par la cuisson ni dépourvue d'air pur, mais naturellement à l'abri des germes répandus dans l'atmosphère, est impropre à entrer dans des combinaisons nouvelles, d'où résulteraient des êtres vivants de l'ordre le plus simple, du règne végétal ou du règne animal.

» En y réfléchissant, on voit néanmoins que le problème n'a été abordé jusqu'ici que par un côté peut-être inaccessible. Tous, observateurs des divers partis, nous avons cherché à produire, pour ainsi dire d'emblée, des êtres assurément très-simples quand on les compare aux êtres plus élevés dans l'échelle, mais déjà bien complexes dans l'ordre de la

création : une mousse végétale, un infusoire animal sont des organismes déjà pourvus de parties compliquées, et la création, dans l'idée des naturalistes, a dû commencer par quelque chose de plus simple.

» On incline à croire aujourd'hui que tout est sorti du sein de la mer, quand les eaux étaient encore chaudes. Ces êtres étaient composés uniquement d'albumine, sans aucune enveloppe et sans *aucune trace d'organisation intérieure*.

» S'il en est ainsi, c'est par la reproduction de ces masses informes, gélatineuses, et sans *aucune trace d'organisation intérieure*, qu'il faudrait commencer.

» Essayons donc de nous placer dans des conditions analogues à celles qui existaient à l'origine ; voyons si nous pourrons donner naissance à ces premiers linéaments de l'organisation, à des êtres tellement simples, qu'ils ne sont ni végétaux, ni animaux, ou plutôt qu'ils sont l'un et l'autre, qui vivent sans organes proprement dits, en absorbant par leur surface, et qui se reproduisent par segmentation ?

» Dans ce système, on n'aura plus à se préoccuper de l'intervention des germes extérieurs, car si nous produisons des êtres nouveaux, qui n'existent plus aujourd'hui, des êtres semblables à ceux par lesquels la création a débuté, et dont les anciennes couches géologiques ont seules conservé les empreintes, il est évident qu'on ne pourra pas les attribuer à des germes répandus dans l'air, puisque ces germes ont disparu.

» C'est ce que j'ai tenté dans une nouvelle série d'expériences dont je vais rendre compte à l'Académie.

» Depuis six mois, j'ai des vases remplis d'eau de mer, avec un fond de sable marin ; ces vases, contenant en même temps, les uns de la matière albumineuse de l'œuf, les autres de la fécule, quelques-uns des débris de petits crustacés marins, plusieurs du lait, ont été exposés à une température de 40 à 50 degrés, dans une étuve, ou à la chaleur de l'été à Montpellier.

» Dans tous ces vases, j'ai vu naître (quoique plus difficilement que dans les macérations d'eau douce, probablement à cause de la vertu conservatrice de l'eau salée) les animalcules propres aux infusions des substances organiques, mais jamais rien de nouveau, rien qui rappelât ces premiers vestiges d'organisation décrits sous le nom de *monères*, dont on retrouve les traces dans les couches primitives du sol.

» Il faut donc encore une fois conclure que, dans l'état actuel de nos connaissances, la Science ne peut admettre les *générations spontanées*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Théorie élémentaire des intégrales simples et de leurs périodes.* Mémoire de M. MAX. MARIE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« La théorie des intégrales simples, contenue dans le Mémoire *Sur les périodes des intégrales simples et doubles*, que je présentai à l'Académie en 1853, et qu'elle approuva en 1854 sur le Rapport de MM. Cauchy et Sturm, avait l'avantage de rattacher une question abstraite d'Analyse transcendante à des recherches concrètes de Géométrie supérieure; de ramener l'évaluation d'une intégrale prise entre des limites imaginaires à la quadrature de courbes liées déjà, par les travaux du général Poncelet, à la courbe réelle dont la fonction explicite ou implicite placée sous le signe sommatoire représentait l'ordonnée; de rétablir enfin, entre la Géométrie et l'Analyse, l'harmonie et le concours qui avaient si puissamment aidé aux progrès de l'une et de l'autre dans les deux derniers siècles, et qui venaient d'être rompus par M. Cauchy.

» Mais cette théorie reposait sur des études préalables de Géométrie comparée que les analystes ont eu de la peine à se rendre familières; elle exigeait peut-être une trop grande contention d'esprit, par suite du mélange continuel des considérations d'Analyse abstraite et de Géométrie pure.

» La méthode que je propose aujourd'hui n'aura plus l'avantage que chacune des conclusions obtenues comprenne à la fois un théorème d'Analyse et un théorème de Géométrie; par exemple, ce théorème de l'équivalence des aires des anneaux fermés des conjuguées d'une même courbe, qui constitue, sous une forme même plus intéressante que celle qu'avait pu lui donner le géomètre grec, une extension aux courbes algébriques de tous les ordres du second théorème d'Apollonius, $\pi a' b' \sin\theta = \pi ab$; ce théorème ne sera même plus mentionné. Mais la nouvelle méthode aura l'avantage de pouvoir prendre immédiatement place dans les premiers éléments de Calcul intégral.

» Elle repose sur une formule que j'ai donnée dans mon Mémoire *Sur quelques propriétés générales de l'enveloppe imaginaire des conjuguées d'un lieu plan*, mais que j'établirai ici en dehors de tout système de Géométrie idéale, ou d'interprétation des imaginaires en Géométrie.

» La démonstration que Cauchy avait donnée de ce fait qu'une intégrale

ne varie généralement pas lorsque la suite des valeurs de la variable qui rejoignent les limites, supposées fixes, change infiniment peu, étant fondée sur les principes du calcul des variations, j'ai dû la changer, pour lui en substituer une plus élémentaire.

» **1.** Si l'on représente la variable x par $\alpha + \beta\sqrt{-1}$, et la fonction y par $\alpha' + \beta'\sqrt{-1}$, la somme des éléments $y\,dx$ sera définie par une équation entre α et β qui réglera la loi de progression de x, et par les limites α_0 et α_1. Elle sera exprimée par

$$\mathrm{I} = \Sigma(\alpha' + \beta'\sqrt{-1})(d\alpha + d\beta\sqrt{-1}) = \Sigma(\alpha' d\alpha - \beta' d\beta) + \sqrt{-1}\,\Sigma(\alpha' d\beta + \beta' d\alpha).$$

» Si l'on conçoit les trois courbes dont les coordonnées seraient $\alpha + \beta$ et $\alpha' + \beta'$, $\alpha - \beta$ et $\alpha' - \beta'$, α et α', et qu'on désigne par S, S' et S_1 les aires des segments de ces courbes, compris entre l'axe des x et leurs ordonnées correspondant aux valeurs extrêmes α_0 et α_1 de α, ces aires seront exprimées par

$$\begin{aligned}
\mathrm{S} &= \Sigma(\alpha' + \beta')(d\alpha + d\beta) = \Sigma(\alpha' d\alpha + \beta' d\beta) + \Sigma(\alpha' d\beta + \beta' d\alpha),\\
\mathrm{S}' &= \Sigma(\alpha' - \beta')(d\alpha - d\beta) = \Sigma(\alpha' d\alpha + \beta' d\beta) - \Sigma(\alpha' d\beta + \beta' d\alpha),\\
\mathrm{S}_1 &= \Sigma\alpha'\,d\alpha.
\end{aligned}$$

» Une combinaison très-simple entre ces quatre équations donne

$$\mathrm{I} = 2\mathrm{S}_1 - \frac{\mathrm{S}+\mathrm{S}'}{2} + \frac{\mathrm{S}-\mathrm{S}'}{2}\sqrt{-1}.$$

» **2.** Les équations des trois courbes dont la considération a été introduite résulteraient d'éliminations très-faciles à indiquer, mais on pourra aussi les construire par points; quant à leurs aires, elles pourront toujours être évaluées avec tel degré d'approximation que l'on voudra, par excès et par défaut, par des méthodes connues.

» **3.** Si l'équation qui définit y a ses coefficients réels, elle admettra les solutions $(\alpha - \beta\sqrt{-1},\ \alpha' - \beta'\sqrt{-1})$ correspondant aux solutions $(\alpha + \beta\sqrt{-1},\ \alpha' + \beta'\sqrt{-1})$ et l'on pourra considérer, entre les mêmes limites α_0 et α_1, la somme I' des éléments $(\alpha' - \beta'\sqrt{-1})(d\alpha - d\beta\sqrt{-1})$. Cette nouvelle intégrale s'exprimera au moyen des mêmes aires S, S' et S_1 par la formule

$$\mathrm{I}' = 2\mathrm{S}_1 - \frac{\mathrm{S}+\mathrm{S}'}{2} - \frac{\mathrm{S}-\mathrm{S}'}{2}\sqrt{-1}.$$

» **4.** Pour démontrer que, les limites restant les mêmes, l'intégrale ne

changera généralement pas si la loi de progression de x change infiniment peu, il suffit d'établir qu'au lieu de faire varier à la fois α et β, on peut les faire varier successivement dans l'ordre que l'on veut, car on pourra alors reporter chaque $d\alpha$ sur le dx précédent, et recommencer, de manière à changer la loi de progression. Or cette proposition se traduit par les égalités

$$\begin{aligned} F(x)(d\alpha + d\beta\sqrt{-1}) &= F(x)d\alpha + F(x+d\alpha)d\beta\sqrt{-1} \\ &= F(x)d\beta\sqrt{-1} + F(x+d\beta\sqrt{-1})\,d\alpha, \end{aligned}$$

égalités évidemment justes, autant, du moins, que $F(x)$ ni ses dérivées ne sont amenées à devenir infinies.

» 5. Ainsi l'on peut déformer la relation donnée entre α et β, pourvu que, dans aucun de ses états intermédiaires, elle n'admette pas de solution à laquelle corresponde une valeur infinie ou multiple de y.

» 6. Quand les limites de l'intégrale se confondent, tant par rapport à x que par rapport à y, l'intégrale est ordinairement nulle. Dans le cas contraire, sa valeur particulière, indépendante, dans de certaines limites, de la loi de progression suivie par x, est une période de l'intégrale indéfinie.

» 7. Quand l'équation qui définit la fonction a ses coefficients réels, les périodes de la quadratrice sont évidemment conjuguées deux à deux; ou, ce qui revient au même, elles sont les unes réelles et les autres imaginaires sans parties réelles.

» 8. Les périodes réelles correspondent aux suites fermées, s'il y en a, de solutions réelles de l'équation proposée. Elles correspondent aussi, chacune, à une infinité de suites de solutions imaginaires suffisamment voisines des précédentes.

» 9. Les périodes imaginaires correspondent aux suites composées de solutions imaginaires conjuguées deux à deux, se rejoignant par deux solutions extrêmes réelles.

» 10. Il n'y a pas d'autres périodes.

» 11. Les périodes réelles étant les aires des anneaux fermés de la courbe représentée par l'équation qui définit y, on saura toujours les obtenir par une méthode quelconque de quadrature approchée.

» 12. Quant aux périodes imaginaires, elles correspondent à des parcours tels que les courbes S et S' se rejoignent. Leur expression générale est

$$I - I' = (S - S')\sqrt{-1};$$

on les obtiendra, par les mêmes méthodes de quadrature approchée, en

construisant, pour chacune d'elles, une des courbes, composée des deux parties S et S', auxquelles elle correspondrait; ou bien on carrera analytiquement cette courbe après en avoir obtenu l'équation.

» 13. Dans la pratique, il y aura avantage à former une de ces dernières courbes des points correspondant aux solutions imaginaires, conjuguées deux à deux, communes à l'équation qui définit y et à l'équation d'une droite, dans laquelle on ferait varier le paramètre linéaire entre deux limites auxquelles correspondraient deux solutions réelles doubles, qui détermineront, du reste, les points de jonction des branches S et S'. Le produit par $\sqrt{-1}$ de l'aire d'une des courbes obtenues sera l'une des périodes imaginaires de l'intégrale.

» 14. Application à l'hyperbole entre ses asymptotes.

» 15. Le cas où l'équation qui définit y a ses coefficients imaginaires se ramène au précédent. Les analogues des périodes réelles correspondent aux suites fermées de solutions pour lesquelles $\frac{dy}{dx}$ reste réel; et les analogues des périodes imaginaires, aux suites fermées de solutions communes à l'équation qui définit y et à celle d'une droite dont on fait varier le paramètre linéaire entre des valeurs limites auxquelles correspondent des solutions doubles.

» 16. Application à l'exemple

$$y^2 + x^2 = (r + r'\sqrt{-1})^2. »$$

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution physique du Soleil.* Mémoire de **M. E. Vicaire.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans de précédentes Communications (1), j'ai montré que la température de la surface solaire est du même ordre de grandeur que celle de nos flammes. Dans le présent travail, je recherche ce qui se passe sous cette première enveloppe.

» Je me propose de démontrer qu'il faut revenir à la théorie de Wilson, d'Herschel et d'Arago, d'après laquelle il existe, sous la photosphère, un noyau relativement froid et obscur; les faits actuellement connus prouvent, en outre, que ce noyau est liquide, du moins en grande partie.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 31 et 461.

» En premier lieu, je dis que les couches situées immédiatement sous la photosphère sont moins chaudes qu'elle.

» Les taches ne sont pas dues à un corps qui intercepterait les rayons des parties correspondantes de la photosphère. Je ne reviens pas sur les nuages de Galilée et de M. Kirchhoff; mais le P. Secchi a supposé récemment que les taches proviendraient d'une absorption exercée, par les gaz qui en remplissent la cavité, sur les rayons qu'émettent les parois de cette cavité. Or les taches sont certainement des siéges d'éruptions. Ces gaz proviennent donc de l'intérieur, supposé plus chaud que la photosphère, et, par conséquent, ils ne peuvent que renforcer les rayons de celle-ci. Si l'on supposait néanmoins qu'ils descendissent de l'atmosphère extérieure, on retomberait dans la théorie de MM. Stewart et Lockyer, réfutée par M. Faye.

» L'hypothèse du P. Secchi ne permet de comprendre ni la netteté des contours du noyau et de la pénombre, ni ce fait que la pénombre a généralement son maximum de clarté dans le voisinage du noyau. L'éclat, soit absolu, soit relatif, des diverses parties, devrait varier beaucoup, dans le cours d'une rotation solaire, avec l'obliquité des rayons. Un écran ne peut intercepter les rayons que par absorption ou par réflexion. Ce dernier mode d'action ne paraît guère compatible avec l'état gazeux et présenterait des difficultés analogues à celles que je viens d'indiquer. Donc les taches ne sont pas dues à un écran quelconque; leurs parois sont moins lumineuses par elles-mêmes que le reste de la surface.

» L'apparence granulée de la photosphère et les facules nous prouvent que cette obscurité relative règne sous la photosphère dans toute l'étendue de la surface solaire. Cette obscurité relative peut être due à un moindre pouvoir émissif ou à une moindre température.

» Dans la première hypothèse, si, en même temps, on fait abstraction du pouvoir réflecteur de la masse intérieure, la faiblesse du pouvoir émissif sera compensée exactement par celle du pouvoir absorbant, qui laissera arriver à l'œil les rayons émis par les parties opposées de la photosphère, et même, si la masse intérieure est supposée plus chaude, elle renforcera ces derniers. Si le pouvoir réflecteur n'est pas négligeable, la masse intérieure devra nous renvoyer les rayons des parties antérieures de la photosphère, ce qui ferait disparaître les interstices des granulations et les petites taches sans pénombre. Dans les grandes taches, l'aspect du noyau devrait varier beaucoup avec l'obliquité des rayons. Donc l'obscurité de la seconde couche est due à une température relativement basse.

» De là suit que le rayonnement de la photosphère ne peut pas être entretenu par la chaleur sensible de la masse intérieure. En effet, celle-ci ne transmet pas de chaleur à la photosphère par contact, puisqu'elle en est séparée par une couche moins chaude qu'elle. Elle n'en transmet pas par rayonnement, puisque le fond des taches, où elle se montre à nous, rayonne moins que la photosphère. Donc la masse intérieure reçoit de la photosphère plus de chaleur qu'elle ne lui en cède.

» Le rayonnement extérieur du Soleil est parfaitement constant, au moins depuis les temps historiques; cela est prouvé par la constance des climats terrestres. Or, de faibles variations *absolues* de température produisent de très-grandes variations *relatives* dans le rayonnement. Donc la température elle-même est restée bien plus constante encore; elle n'a certainement diminué ni de 100, ni de 50 degrés, depuis les temps historiques. Cette constance serait inexplicable si la chaleur dépensée était empruntée à la masse intérieure, où elle existerait à l'état sensible.

» L'énorme quantité de chaleur qu'il faudrait, dans cette hypothèse, supposer emmagasinée dans le Soleil, ne peut pas s'expliquer par la contraction de la nébuleuse qui, d'après les idées aujourd'hui reçues, a engendré le système solaire. La nébuleuse qui abandonnait successivement à son équateur les divers anneaux planétaires, avec la régularité que nous admirons, ne pouvait pas être formée d'éléments incohérents, se précipitant les uns sur les autres, mais d'éléments coordonnés, formant une masse stable, dans laquelle la tension, la pesanteur et la force centrifuge se faisaient équilibre en chaque point. Une pareille masse n'a pu se contracter qu'en perdant de la chaleur, ainsi que Laplace l'admet très-explicitement.

» Puisqu'on ne peut pas compter sur la chaleur sensible de la masse intérieure pour alimenter le rayonnement, il n'y a plus aucun motif de supposer cette masse très-chaude; il est naturel de penser qu'elle n'est pas plus chaude que la couche qui vient immédiatement au-dessous de la photosphère. Dès lors, et en raison de l'énorme pression qu'elle supporte, il est probable qu'elle est solide ou liquide.

» Le P. Secchi et M. Faye ont vu dans le mouvement des taches une preuve de l'état gazeux de cette masse.

» Les théories proposées par ces deux éminents astronomes, pour expliquer ces mouvements, exigent que les couches inférieures à la photosphère se meuvent, non-seulement avec des vitesses angulaires, mais avec des vitesses linéaires qui aillent en croissant, au moins jusqu'à une certaine profondeur. M. Faye explique cette différence de vitesse par l'échange de

matière qui se fait entre les couches successives. Mais si les matières photosphériques, en descendant dans les couches inférieures, peuvent conserver, au moins partiellement, leur vitesse, et, par conséquent, prendre des vitesses angulaires croissantes, la vitesse linéaire ne saurait aller en augmentant.

» Le P. Secchi se fonde principalement sur l'effet de la loi des aires, dans un corps qui se refroidit. Mais les couches extérieures, se refroidissant les premières, devraient aussi s'accélérer les premières. En outre, cette action pourrait-elle compenser l'action continue du frottement, alors que le refroidissement n'a pas même pu être constaté?

» Enfin ces théories, si je les comprends bien, expliquent plutôt un mouvement des taches par rapport à la photosphère qu'un mouvement relatif des taches entre elles.

» La grandeur absolue des mouvements des taches n'est pas une preuve de l'état gazeux. Avec un noyau liquide, rien ne s'oppose à ce qu'il y ait à la surface de ce noyau des courants ayant des vitesses comme celles que possèdent les taches. Ces vitesses peuvent surtout se concevoir aisément dans des corps qui flotteraient à la surface du noyau.

» Au contraire, il paraît difficile de comprendre que des masses gazeuses puissent se mouvoir, au sein d'une masse gazeuse elle-même, et cela pendant des mois entiers; de même on comprend difficilement que de simples défauts d'homogénéité puissent subsister aussi longtemps, surtout dans une masse violemment agitée.

» Le P. Secchi, confirmant et généralisant une observation de M. Faye sur le mouvement de la première tache d'un groupe, a fait remarquer que toute nouvelle explosion, dans une tache, est accompagnée d'un saut en avant. Il y a donc dans les taches elles-mêmes une cause de mouvement, et puisque tout renforcement de l'action que produit la tache amène un accroissement dans le mouvement, ne sommes-nous pas autorisés à penser que la partie permanente de cette action est aussi la cause du mouvement normal de la tache?

» Cet aperçu se trouve confirmé par le fait que la vitesse de rotation varie soit dans le temps, soit dans l'espace, avec le nombre des taches, et pour la variation dans l'espace, c'est-à-dire suivant la latitude héliocentrique, il y a un parallélisme très-net entre les deux phénomènes.

» Les mouvements des taches ne sont donc pas liés nécessairement à des mouvements généraux des diverses couches de la masse solaire.

» L'existence d'un noyau non gazeux est indiquée très-nettement par

la force explosive prodigieuse dont le Soleil est le siége, force qui ne peut s'expliquer que par un changement d'état. Les détonations de corps gazeux sont relativement insignifiantes : un mélange d'hydrogène et d'oxygène produit à peine une pression de dix atmosphères, tandis que la poudre en donne plusieurs milliers. Cette force expansive serait surtout inexplicable avec une masse formée de gaz dissociés.

» La principale objection qu'on a faite à l'hypothèse d'un noyau relativement froid, c'est que ce noyau, soumis au rayonnement de la photosphère, aurait dû depuis longtemps en acquérir la température.

» Cette objection tombe si la chaleur reçue par ce noyau est employée à vaporiser le liquide dont il est formé. En outre, cette chaleur peut et doit n'être qu'une fraction minime de celle que la photosphère émet, celle-ci étant absorbée par la couche interposée, qui la ramène incessamment dans la photosphère.

» En ce qui concerne le temps depuis lequel le noyau est soumis à cette volatilisation, rien ne prouve qu'il faille le mesurer par la durée totale des âges de la Terre. Je pense au contraire, ainsi que je l'exposerai dans un autre travail, que le Soleil n'a éclairé, avec sa constitution et son mode de fonctionnement actuels, que les périodes géologiques les plus récentes. »

M. Brachet adresse une Note relative à quelques perfectionnements à apporter au microscope.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Lanale adresse une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. Clarke adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Rousset adresse une nouvelle Note concernant diverses questions de Médecine.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Andral, Nélaton, Bouillaud.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, conformément à la demande qu'elle lui en a faite, sur les reliquats dispo-

nibles des fonds Montyon, diverses sommes, pour en faire l'emploi indiqué par elle.

Cette pièce sera transmise à la Commission administrative.

M. **Dumas**, en sa qualité de Président de la Commission instituée par l'Académie pour lui faire un Rapport sur la nouvelle maladie qui menace nos vignobles, ayant fait connaître à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce les résolutions de cette Commission, approuvées par l'Académie, en a reçu la réponse suivante :

« Monsieur le Secrétaire perpétuel, vous m'avez informé que l'Académie des Sciences, sur la proposition que lui en a faite la Commission du *Phylloxera*, a décidé de déléguer trois savants pour se livrer sur place aux expériences nécessaires et suivre sur les lieux mêmes toutes les études que comporte la question, au triple point de vue de la Zoologie, de la Botanique et des Sciences physiques.

» C'est avec la plus vive satisfaction que mon administration voit le corps savant le plus éminent de France prendre en mains la direction des recherches et expériences qui intéressent à un si haut point la richesse nationale, et donner à l'une des plus importantes branches de l'Agriculture française le concours de son autorité et de ses lumières. Je suis heureux de pouvoir répondre à la demande de l'Académie, et je mets à sa disposition, sur l'exercice de 1872, le crédit qu'elle juge indispensable à la marche de ses travaux.

» Je vous prierai d'exprimer à l'Académie, au nom du Gouvernement, tous mes remercîments et toute ma gratitude pour le concours empressé qu'elle veut bien prêter à mon administration, dans la recherche des moyens propres à circonscrire ou à éteindre le fléau qui compromet si gravement la production viticole. »

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux brochures de M. *Resal*, intitulées : « Considérations philosophiques sur la chaleur ; détermination du travail mécanique nécessaire pour produire le tréfilage du fil de fer (Extrait des Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs, 1870) », et « Sur les volants des machines à vapeur à détente et à condensation (Extrait des Annales des Mines, 1872, 7e série, t. I) ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation sphérique des surfaces.* Note de **M. A. Ribaucour**; présentée par M. Bonnet.

« M. Cayley, dans la séance du 15 juillet 1872, a donné à l'Académie la condition pour qu'une famille de surfaces appartienne à un système triplement orthogonal. On peut, à l'aide des coordonnées imaginaires souvent employées par M. O. Bonnet, trouver cette condition sous une forme simple, que j'ai communiquée à la Société Philomathique en mai 1870. Je me propose de l'établir dans cette Note, parmi quelques résultats relatifs à la représentation sphérique des surfaces.

» Soient A un point d'une surface (A), B son image sur une sphère de rayon 1. Considérons sur cette sphère un réseau isométrique orthogonal tangent en B aux droites BX et BY, pour lequel

$$ds^2 = \lambda^2(du^2 + dv^2).$$

» Désignons par p la distance du centre O de la sphère au plan tangent en A, par ξ et η les distances aux droites BX, BY du point où la normale en A rencontre le plan tangent en B, et par l la distance d'un point M de la normale en A au plan mené par O parallèlement au plan tangent en B. On a

$$\xi = \frac{1}{\lambda}\frac{dp}{du}, \quad \eta = \frac{1}{\lambda}\frac{dp}{dv}.$$

» Lorsqu'on donne aux paramètres des accroissements du et dv, on passe du point A au point A' sur (A). Appelons θ l'angle que le plan tangent en M à la normalie déterminée par A et A' fait avec le plan passant par BX et le point O. Mes formules générales donnent

$$\operatorname{tang}\theta = \frac{du\left(\frac{d\eta}{du} - \frac{d\lambda}{\lambda dv}\xi\right) + dv\left(\frac{d\eta}{dv} + \lambda l + \frac{d\lambda}{\lambda du}\xi\right)}{du\left(\frac{d\xi}{du} + \lambda l + \frac{d\lambda}{\lambda dv}\eta\right) + dv\left(\frac{d\xi}{dv} - \frac{d\lambda}{\lambda du}\eta\right)}.$$

» En introduisant les coordonnées symétriques imaginaires x et y, et posant

$$a = \frac{dp}{\lambda^2 dx}, \quad b = \frac{dp}{\lambda^2 dy}, \quad c = \frac{1}{\lambda^2}\frac{d^2p}{dx\,dy},$$

l'équation de la normalie prend la forme remarquable

$$e^{-2i\theta} = \frac{dx\frac{da}{dx} + dy\left(c + \frac{l}{2}\right)}{dx\left(c + \frac{l}{2}\right) + dy\frac{db}{dy}}.$$

Le ds^2 de (A), exprimé à l'aide de ces mêmes quantités, devient

$$\frac{dS^2}{4\lambda^2} = \left(\frac{p}{2} + c\right)\left[\frac{da}{dx}dx^2 + \left(\frac{p}{2} + c\right)dx\,dy + \frac{db}{dy}dy^2\right] + \frac{da}{dx}\frac{db}{dy}dx\,dy.$$

Indiquons quelques applications de ces formules.

» Si l'on suit une ligne de courbure de (A), l'angle θ doit être indépendant de l; donc

$$e^{-2i\theta} = \frac{dy}{dx} = \frac{dx\frac{da}{dx}}{dy\frac{db}{dy}} = \pm\sqrt{\frac{\frac{da}{dx}}{\frac{db}{dy}}}.$$

» En déformant d'une façon quelconque la sphère (B), et désignant par Z la distance de B à un plan fixe, on sait que l'équation des lignes de courbure de la surface déformée est

$$\frac{dy}{dx} = \pm\sqrt{\frac{\frac{d}{dx}\left(\frac{dZ}{\lambda^2 dx}\right)}{\frac{d}{dy}\left(\frac{dZ}{\lambda^2 dy}\right)}},$$

que l'on rend identique à celle des lignes de courbure de (A) en remplaçant Z par p. Il en résulte qu'on peut faire correspondre à une surface applicable sur la sphère une autre surface, les lignes de courbure se correspondant, le Z de l'une étant le p de l'autre. On trouve un résultat analogue si, au lieu de la distance à un plan fixe, on considère la distance de B à un point fixe.

» Cherchons les rayons de courbure de (A) : aux centres de courbure, θ est indépendant de dx et dy; donc

$$\frac{\frac{da}{dx}}{c + \frac{l}{2}} = \frac{c + \frac{l}{2}}{\frac{db}{dy}}.$$

Désignant par R l'un des rayons de courbure,

$$R^2 - 2R(2c + p) + (2c + p)^2 - 4\frac{da}{dx}\frac{db}{dy} = 0.$$

» Pour exprimer que deux directions sont conjuguées, on trouve

$$\frac{da}{dx}dx\,dx' + \left(c + \frac{p}{2}\right)(dx\,dy' + dy\,dx') + \frac{db}{dy}dy\,dy' = 0.$$

» En écrivant, soit que la somme algébrique des rayons de courbure

principaux est nulle, soit que les asymptotiques sont rectangulaires, on a pour l'équation des surfaces à étendue minima

$$p + \frac{2}{\lambda^2}\frac{d^2p}{dx\,dy} = 0,$$

dont l'intégrale générale est

$$p = X' + 2X\frac{d\lambda}{\lambda\,dx} + Y' + 2Y\frac{d\lambda}{\lambda\,dy},$$

X et Y désignant deux fonctions arbitraires, l'une de x, l'autre de y, et X', Y' leurs dérivées. Le ds^2 de ces surfaces devient

$$ds^2 = 4\lambda^2\frac{da}{dx}\frac{db}{dy}dx\,dy.$$

» On en conclut que *les images sphériques des lignes de longueur nulle d'une surface à étendue minima sont les génératrices de la sphère;* ou encore, *l'image sphérique de tout réseau isométrique tracé sur une surface à étendue minima est un réseau isométrique.* Théorème dû à M. O. Bonnet.

» Cherchons enfin la condition pour que l'équation

$$p = f(x, y, z)$$

représente une famille de surfaces faisant partie d'un système triplement orthogonal. Soient deux surfaces infiniment voisines (A) et (A') correspondant aux valeurs z et $z + dz$; A et A' les deux points où les rencontrent les trajectoires des surfaces AT; A'T' les tangentes aux lignes de courbure de même système passant en A et A'. D'après la remarque de M. Lévy, il faut exprimer que ces deux droites se rencontrent. On y parvient très-simplement, en écrivant que, *le long de la trajectoire* AA', *la variation de l'angle de* AT *avec le plan osculateur en* A *est égale à l'angle des plans osculateurs en* A *et en* A'.

» Soit B' l'image sphérique de A', le plan OBB' est parallèle au plan osculateur en A à la trajectoire, et l'angle des deux plans osculateurs en A et A' mesure la courbure géodésique de BB'; désignons-le par $d\gamma$.

» Soient β l'angle de BB' avec BX, θ l'angle de AT avec BX, $\beta - \theta$ est l'angle de AT avec le plan osculateur en A de la trajectoire. Il faut écrire

$$d\beta - d\theta = d\gamma.$$

dx et dy étant les accroissements des paramètres correspondant à dz lorsqu'on passe de A en A', d'après un théorème de M. Liouville,

$$d\gamma = d\beta - i\left(\frac{d\lambda}{\lambda\,dx}dx - \frac{d\lambda}{\lambda\,dy}dy\right);$$

la condition devient donc

$$d\theta = i\left(\frac{d\lambda}{\lambda dx}dx - \frac{d\lambda}{\lambda dy}dy\right)$$

et la formule

$$e^{-2i\theta} = \pm\sqrt{\frac{\frac{da}{dx}}{\frac{db}{dy}}}$$

permet de l'écrire sous sa forme définitive

$$dx\frac{d}{dx}l\left(\frac{\frac{db}{dy}}{\lambda^4\frac{da}{dx}}\right) - dy\frac{d}{dy}l\left(\frac{\frac{da}{dx}}{\lambda^4\frac{db}{dy}}\right) + dz\left(\frac{d}{dz}l\frac{db}{dy} - \frac{d}{dz}l\frac{da}{dx}\right) = 0.$$

» Pour exprimer dx et dy en fonction de dz, il faut écrire que les projections de AA' sur BX et BY sont nulles; mes formules donnent immédiatement

$$dx\left(\frac{p}{2}+c\right) + dy\frac{db}{dy} + dz\frac{db}{dz} = 0,$$

$$dx\frac{da}{dx} + dy\left(\frac{p}{2}+c\right) + dz\frac{da}{dz} = 0.$$

Éliminant dx, dy, dz, on obtient l'équation

$$\begin{vmatrix} \frac{d}{dx}l\left(\frac{\frac{db}{dy}}{\lambda^4\frac{da}{dx}}\right), & \frac{d}{dy}l\left(\frac{\frac{db}{dy}}{\lambda^4\frac{da}{dx}}\right), & \frac{d}{dz}l\left(\frac{\frac{db}{dy}}{\frac{da}{dx}}\right) \\ \frac{p}{2}+c, & \frac{db}{dy}, & \frac{db}{dz} \\ \frac{da}{dx}, & \frac{q}{2}+c, & \frac{da}{dz} \end{vmatrix} = 0,$$

qui définit le système triplement orthogonal.

» Cette formule est identiquement vérifiée si la famille des surfaces ne comprend que des sphères. Il est facile de voir en effet que toute famille de sphères peut être considérée d'une infinité de manières comme faisant partie d'un système triple orthogonal.

» Le cas où toutes les surfaces de la famille sont à étendue minima se traite avec une grande simplicité à l'aide de la formule que je viens d'établir. Je me réserve de revenir ultérieurement sur ce sujet. »

MÉCANIQUE. — *Lettre de* **M. de Gasparis** *sur un nouveau théorème de Mécanique*, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« J'ai lu dans les *Comptes rendus* le nouveau théorème de Mécanique que vous venez de découvrir. A ce propos, croyez-vous que ce soit le cas de rappeler les recherches que j'ai faites sur ce même argument? Je vous envoie mon Mémoire, imprimé dans les *Atti dell' Accad. delle Scienze di Napoli*, en septembre 1865.

» Vos résultats sont plus généraux, étant pour un nombre quelconque de corps, la force d'attraction, une fonction de la distance, et les forces extérieures comprises aussi; mais, pour le problème des trois corps et l'attraction newtonienne, il me semble avoir obtenu un résultat analogue. »

CHIMIE. — *Sur l'ozone et l'eau oxygénée.* Note de **M. F. Le Blanc.**

« Dans la dernière séance de l'Académie des Sciences, MM. A. et P. Thenard ont communiqué de nouvelles recherches sur l'ozone, son titrage et l'action continuatrice exercée sur la dissolution d'indigo. Les auteurs croient pouvoir attribuer cette action à une formation successive d'eau oxygénée.

» Qu'il me soit permis de rappeler à cette occasion quelques expériences que j'ai faites en 1854 (1) sur la production de l'ozone par l'électrolyse de l'eau, *opérée dans des conditions particulières*.

» L'eau, rendue assez fortement acide par l'acide sulfurique pur, était contenue dans un voltamètre maintenu dans un mélange réfrigérant à une température de — 10 degrés, et soumise à l'électrolyse dans ces conditions. L'oxygène, recueilli au pôle positif, était fortement *ozonisé*. Son volume était *notablement inférieur à la moitié du volume de l'hydrogène*, recueilli dans le même temps, au pôle négatif.

» L'examen du liquide du voltamètre indiquait d'une manière nette les réactions de l'eau oxygénée. En effet, il dégageait de l'oxygène à froid, sous l'influence du peroxyde de manganèse, changeait le protoxyde de plomb hydraté en oxyde puce et le sulfure de plomb en sulfate, transformait l'acide chromique en acide perchromique, etc.

» J'avais pensé que la réaction de l'oxygène *ozoné* sur l'eau avait pour conséquence la formation de l'eau oxygénée.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 444 ; 1854.

» Ces faits viennent donc à l'appui des intéressantes expériences de MM. Thenard, et j'ai cru qu'ils pouvaient être utilement rappelés dans cette circonstance, sans donner à cette Note le caractère d'une réclamation de priorité. »

CHIMIE. — *Emploi industriel de l'ozone en Amérique; destruction du goût empyreumatique du whisky; fabrication du vinaigre.* Note de M. **Widemann**. (Extrait.)

« En décembre 1869, j'ai monté à Boston une usine où j'ai entrepris d'employer l'ozone pour enlever au whisky, fabriqué soit avec de l'orge, soit avec le maïs, son goût empyreumatique (fusel oil). Les résultats ont été surprenants : l'huile volatile a disparu après un simple contact avec l'ozone, et, au bout de vingt minutes, il était, au dire des experts, égal à du whisky de dix années. L'usine a commencé à fonctionner en grand le 10 juillet 1870; cet établissement traite 300 barils de 40 gallons par six jours de travail.

» En ajoutant de l'eau au whisky de maïs, et en le traitant de la même façon et presque dans le même temps, j'ai obtenu la transformation complète en vinaigre; le meilleur résultat a été obtenu en ajoutant au whisky, marquant le degré de vente aux États-Unis, sept fois son poids d'eau. Le 20 avril 1871, l'usine de White-Plains a commencé à fabriquer le vinaigre par ce moyen et a produit, par jour, 30 barils de vinaigre employé immédiatement à la fabrication des « pickles ». Lorsque j'ai quitté New-York, en janvier 1872, la fabrique était en pleine prospérité; la production s'était élevée à 90 barils de 40 gallons par jour. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions. Acides bibasiques;* par M. **Berthelot**.

« 1. Les réactions que les sulfates et les oxalates alcalins dissous éprouvent de la part des acides azotique et chlorhydrique sont des plus remarquables; en effet, les deux actions réciproques donnent également lieu à un phénomène thermique notable, contrairement à ce qui arrive dans les cas examinés précédemment.

» 2. Soient d'abord les *sulfates*, en présence des acides azotique ou chlorhydrique :

$$\begin{cases} SO^4K\,(1^{éq}=2^l) + AzO^6H\,(1^{éq}=2^l) : -1,78 \\ AzO^6K \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,19 \end{cases}$$

$N - N_1 = 1,97$. Trouvé directement : 1,88

$$\begin{cases} SO^4Na\,(1^{éq}=2^l) + AzO^6H\,(1^{éq}=2^l) : -1,99 \\ AzO^6Na \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,20 \end{cases}$$

$N - N_1 = 2,19$. Trouvé : 2,15.

$$\begin{cases} SO^4Am\,(1^{éq}=2^l) + AzO^6H\,(1^{éq}=2^l) : -1,76 \\ AzO^6Am \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,30 \end{cases}$$

$N - N_1 = 2,06$. Trouvé : 2,12.

$$\begin{cases} SO^4K\,(1^{éq}=2^l) + HCl\,(1^{éq}=2^l) : -1,92 \\ KCl \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,37 \end{cases}$$

$N - N_1 = 2,29$. Trouvé : 2,12.

$$\begin{cases} SO^4Na\,(1^{éq}=2^l) + HCl\,(1^{éq}=2^l) : -1,83 \\ NaCl \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,29 \end{cases}$$

$N - N_1 = 2,12$. Trouvé : 2,18.

$$\begin{cases} SO^4Am\,(1^{éq}=2^l) + HCl\,(1^{éq}=2^l) : -1,66 \\ AmCl \quad » \quad + SO^4H \quad » \quad : +0,39 \end{cases}$$

$N - N_1 = 2,04$. Trouvé : 2,00.

» Ces nombres concordent avec les anciennes mesures de Graham et avec les expériences détaillées de M. Thomsen, qui en a conclu l'existence d'un certain partage de la base entre les deux acides : la conclusion me paraît fondée. Mais M. Thomsen n'a ni trouvé, ni même recherché la cause véritable de ce partage, parce qu'il n'a pas tenu compte du rôle de l'eau et de la formation des bisulfates (1), laquelle me semble le pivot des phénomènes. Il a été ainsi conduit à exprimer les effets observés par un certain coefficient, désigné par lui sous le nom d'*avidité*, et qui représenterait le rapport d'affinité des acides pris deux à deux pour une même base. Ce coefficient me paraît superflu : la constance de sa valeur numérique est formellement contredite par la réaction des acétates sur divers acides (sulfurique, oxalique, tartrique), comparée avec la réaction des chlorures et des azotates sur les mêmes acides. Je me propose d'établir que les effets observés peuvent être prévus et calculés numériquement à l'aide des seules données thermiques, c'est-à-dire prévus d'après les quantités de chaleur mises en jeu dans la réaction des corps anhydres, et calculés d'après l'état réel du bisulfate dans les liqueurs.

» 3. Examinons d'abord ce qui se passe en l'absence de l'eau, conformément à la marche adoptée par les bisulfates (*voir* ce Recueil, p. 263).

» Versons de l'acide sulfurique sur l'azotate de potasse à équivalents égaux : l'acide azotique est aussitôt mis en liberté, avec un dégagement de chaleur accusé par le thermomètre. Réciproquement l'acide azotique concentré attaque le sulfate de potasse, à équivalents égaux, avec dégagement de chaleur. Ces deux réactions opposées ne sauraient donner lieu toutes deux à un déplacement intégral et exothermique de l'un des acides par l'autre : elles ne s'expliquent que par la formation d'un composé intermédiaire : le bisulfate de potasse. Cette formation est en effet exothermique,

(1) M. Marignac a bien vu la possibilité de cette formation.

quel que soit le point de départ :

$$\begin{cases} 2SO^4H + 2AzO^6K = S^2O^8KH + AzO^6K + AzO^6H \text{ dégage} \ldots & +5,9 \\ 2SO^4K + 2AzO^6H = S^2O^8KH + AzO^6K + AzO^6H \text{ dégage} \ldots & +10,1; \end{cases}$$

tandis que le déplacement réciproque :

$$\begin{cases} 2SO^4H + 2AzO^6K = 2SO^4K + 2AzO^6H \text{ absorberait} \ldots & -4,2 \\ 2SO^4K + 2AzO^6H = 2AzO^6K + 2SO^4H \text{ dégagerait} \ldots & +4,2 \end{cases}$$

» Mêmes résultats pour les sels de soude, avec des valeurs numériques très-peu différentes (+ 6,7 et + 10,5 d'une part; — 3,6 et + 3,6 de l'autre).

» Il résulte encore de ces chiffres qu'un excès d'acide sulfurique est nécessaire et suffisant pour déplacer l'acide azotique

$$2SO^4H + AzO^6K = S^2O^8KH + AzO^6H \ldots \quad +5,9$$

tandis qu'un excès d'acide azotique ne peut dépasser la formation du bisulfate. Ces faits, bien connus des fabricants d'acides, s'expliquent donc par la valeur thermique des réactions.

» Les réactions inverses de l'acide sulfurique sur les chlorures et de l'acide chlorhydrique sur les sulfates alcalins s'expliquent de même, à la condition de rendre par le calcul l'état physique des deux acides comparable en envisageant l'acide chlorhydrique comme liquéfié.

» 4. Passons aux effets observés dans les dissolutions : ils s'expliquent et se calculent en admettant que les réactions sont les mêmes en principe, et en tenant compte de la décomposition progressive que le bisulfate éprouve en présence de l'eau. Nous allons établir ce résultat en faisant varier les proportions relatives des composants du système : eau, acide sulfurique et sulfates, acide azotique et azotate, conformément à la méthode générale employée dans mes recherches sur les éthers, sur les alcoolates alcalins, sur les acides faibles, etc. Faisons d'abord varier l'eau.

$SO^4K(1^{éq}=1^l)+AzO^6H(1^{éq}=1^l)$: $-1,81$	$SO^4K(1^{éq}=1^l)+HCl(1^{éq}=1^l)$: $-2,02$
$AzO^6K(1^{éq}=1^l)+SO^4H(1^{éq}=1^l)$: $-0,07$	$KCl(1^{éq}=1^l)+SO^4H(1^{éq}=1^l)$: $+0,15$
$SO^4K(1^{éq}=2^l)+AzO^6H(1^{éq}=2^l)$: $-1,78$	$SO^4K(1^{éq}=2^l)+HCl(1^{éq}=2^l)$: $-1,92$
$AzO^6K(1^{éq}=2^l)+SO^4H(1^{éq}=2^l)$: $+0,19$	$KCl(1^{éq}=2^l)+SO^4H(1^{éq}=2^l)$: $+0,31$
$SO^4K(1^{éq}=4^l)+AzO^6H(1^{éq}=4^l)$: $-1,60$	$SO^4K(1^{éq}=4^l)+HCl(1^{éq}=4^l)$: $-1,72$
$AzO^6K(1^{éq}=4^l)+SO^4H(1^{éq}=4^l)$: $+0,24$	$KCl(1^{éq}=4^l)+SO^4H(1^{éq}=4^l)$: $+0,31$
$SO^4K(1^{éq}=10^l)+AzO^6H(1^{éq}=10^l)$: $-1,40$	$SO^4K(1^{éq}=10^l)+HCl(1^{éq}=10^l)$: $-1,46$
$AzO^6K(1^{éq}=10^l)+SO^4H(1^{éq}=10^l)$: $+0,15$	$KCl(^{éq}=10^l)+SO^4H(1^{éq}=10^l)$: $+0,35$

» Ces nombres établissent d'une manière générale que la réaction se maintient la même, quelle que soit la dilution. Leurs différences mêmes, bien que ne surpassant guère les erreurs d'expérience (à cause de la dilu-

tion des dernières liqueurs) semblent indiquer que la chaleur absorbée dans la réaction de l'acide sur le sulfate de potasse diminue à mesure que la proportion d'eau devient plus considérable. Or ce décroissement est prévu par la théorie, puisqu'il répond à la décomposition progressive du bisulfate alcalin par l'eau : les différences observées (— 0,56 et — 0,40) sont du même ordre de grandeur que la différence analogue relative au bisulfate seul (— 0,43 ; p. 209); mais je n'insiste pas.

» 5. Changeons la proportion relative du sulfate neutre.

I. $AzO^6(1^{éq}=1^l)$	$+ SO^4K(1^{éq}=1^l)$:	$-1,80$	$HCl(1^{éq}=1^l)$	$+ SO^4K(1^{éq}=1^l)$:	$-2,02$
»	$+\frac{5}{3}SO^4K$ »	$-2,57$	»	$+\frac{5}{3}SO^4K$ »	$-2,84$
»	$+5SO^4K$ »	$-3,55$	»	$+5SO^4K$ »	$-3,84$
»	$+10SO^4K$ »	$-3,70$	»	$+10SO^4K$ »	$-4,06$

» La chaleur absorbée s'accroît avec la proportion de sulfate neutre, jusque vers des limites voisines de $-3,7$ et $-4,1$ respectivement.

» Ce résultat pourrait être prévu, d'après notre théorie. En effet, l'acide azotique doit se changer entièrement en azotate dans la liqueur, avec production de bisulfate, quand le sulfate neutre est en excès; mais le bisulfate est d'autant moins décomposé par l'eau, que l'excès du sulfate neutre est plus considérable (page 208). Or, le changement du sulfate neutre en azotate absorbe — 1,8; et la transformation intégrale de l'acide sulfurique, devenu libre, en bisulfate : — 2,0; dans l'hypothèse où le sel n'éprouve aucune décomposition; ce qui fait — 3,8 pour la réaction opérée en présence d'un grand nombre d'équivalents de sulfatre neute : c'est sensiblement le chiffre trouvé par expérience.

» Un calcul semblable indique pour $HCl + 10\,SO^4K$,

$$-2,2 + (-2,0) = -4,2;$$

j'ai trouvé — 4,1 par expérience.

» Dans le cas où le sulfate de potasse suffit exactement pour donner naissance au bisulfate : $AzO^6H + 2SO^4K$, ledit bisulfate éprouve en présence de l'eau une décomposition partielle (1), telle que sa formation apparente absorbe seulement $-1,0$; ce qui fait $-2,8$ pour la réaction théorique. L'expérience indique, en effet, — 2,8.

---

(1) On suppose que l'acide sulfurique libre qui résulte de cette décomposition est sans action sensible sur l'azotate, parce qu'il est tenu en équilibre par le sulfate neutre et le sulfate coexistants.

» De même, pour $HCl + 2SO^4K$, en présence de l'eau, la théorie indique $-2,2 + (-1,0) = -3,2$, et l'expérience donne $-3,1$.

» Mais si l'on abaisse le sulfate neutre au-dessous de 2 équivalents pour 1 équivalent d'acide azotique, ce dernier ne peut plus être changé entièrement en azotate, parce qu'il décompose seulement le sulfate neutre et non le bisulfate; une portion de l'acide azotique demeure donc libre. D'autre part, le bisulfate formé par la réaction normale ne subsiste qu'en partie dans la liqueur, une partie étant séparée par l'action de l'eau en acide sulfurique libre et sulfate neutre. Ce dernier est attaqué à son tour par l'excès d'acide azotique qui le change en partie en bisulfate; l'équilibre définitif s'établit donc entre six corps : l'eau, l'acide sulfurique, l'acide azotique, l'azotate et les deux sulfates de potasse.

» On peut calculer, au moins approximativement, les effets thermiques dus à ces phénomènes complexes. On trouve ainsi pour la réaction à équivalents égaux : $SO^4K + AzO^6H$; $-1,7$; l'expérience a donné $-1,8$.

» De même, pour $HCl + SO^4K$, le calcul donne $-2,0$; conformément à l'expérience.

» Accroissons encore la quantité d'acide azotique

$SO^4K(1^{éq} = 1^{lit}) + AzO^6H(1^{éq} = 1^{lit})$.	$-1,81$	$SO^3K(1^{éq} = 1^{lit}) + HCl(1^{éq} = 1^{lit})$.		$-2,02$
» $+ \frac{5}{3} AzO^6H$......	$-1,93$	»	$+ \frac{5}{3} HCl$........	$-2,17$
» $+ 5 AzO^6H$......	$-2,10$	»	$+ 3 HCl$........	$-2,32$

» Le sulfate neutre tend à être changé entièrement en bisulfate, à mesure que l'acide antagoniste s'accroît; mais le bisulfate est décomposé en proportion croissante par l'eau qui dissout celui-ci, depuis un tiers jusqu'à moitié environ (page 209). La chaleur nécessaire doit varier d'après le calcul : de $-1,8$ à $-2,1$ pour l'acide azotique et de $-2,0$ à $-2,3$ pour l'acide chlorhydrique, ce que l'expérience confirme. »

CHIMIE ANIMALE. — *Action du sulfate de cuivre sur l'urine normale.* Note de M. RAMON DE LUNA.

» Lorsqu'on traite l'urine normale par une solution de sulfate de cuivre, on obtient une coloration verdâtre. J'ai voulu savoir quel est celui des principes de l'urine normale qui exerce cette réaction réductrice, et pour cela j'ai opéré de la manière suivante :

» J'ai ajouté, à 4 litres d'urine normale, la solution de sulfate de cuivre $(CuO, SO^3, 7HO)$, jusqu'à persistance d'une coloration bleuâtre. J'ai éva-

poré, à moitié de son volume, le liquide complétement verdâtre, et exhalant toujours une odeur de cardons cuits; ensuite j'ai filtré, pour séparer du liquide vert les substances muqueuses coagulées. J'ai fait passer un courant d'hydrogène sulfuré, jusqu'à saturation, dans le liquide filtré, et j'ai séparé ensuite le sulfure de cuivre formé, par une dernière filtration. Le liquide restant, d'une coloration rouge-jaune et excessivement acide, a été soumis à une évaporation ménagée au bain-marie; j'ai obtenu ainsi trois sortes de cristaux :

» 1° Cristaux blancs octaédriques, assez volumineux et très-acides, transparents, solubles dans l'eau; traités par le chlorure de baryum, ils produisent un abondant précipité blanc, parfaitement soluble dans l'acide azotique, donnant avec le molybdate d'ammoniaque un abondant précipité jaune. Ces cristaux sont composés de soufre, d'oxygène, d'hydrogène, d'azote et de phosphore.

» 2° Cristaux volumineux, blancs, transparents, prismatiques, très-acides, solubles dans l'eau; précipitant en blanc par le chlorure de baryum, le précipité n'est pas aussi soluble que le précédent dans l'acide azotique. Ils sont également composés d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de carbone, de phosphore et de soufre. Dans les eaux-mères de ces cristaux, il reste une substance amorphe, solide, fusible par la chaleur, soluble dans l'alcool et l'éther, insoluble dans l'eau.

» 3° La solution éthérée de cette substance donne, par l'évaporation, une masse cristallisée en prismes très-fins, blanche et semblable à la stéarine, qui se sublime par la chaleur, très-riche en carbone, un peu acide et astringente, assez déliquescente; le chlorure de baryum donne un précipité blanc, abondant, soluble dans l'acide azotique, très-riche en phosphore. Je n'ai pas trouvé de soufre dans sa composition, mais seulement de l'oxygène, du carbone, de l'azote, de l'hydrogène et des traces de fer.

» Enfin le résidu, qui constitue un liquide très-foncé, à réaction toujours acide, contient en dissolution une matière noirâtre, qui possède à un haut degré le pouvoir de réduire les sels de cuivre; je m'occupe de l'isoler. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* Septième Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Claude Bernard.

« J'exposerai aujourd'hui à l'Académie les résultats de mes recherches sur la composition des gaz que contient le sang artériel d'animaux

soumis à des pressions barométriques qui dépassent une atmosphère. La présente Note complète donc, sous ce rapport, celle (la cinquième) où j'ai montré comment varient les gaz du sang lorsque la pression est inférieure à la pression normale. (Voir *Comptes rendus*, 1872, t. LXXV, p. 88, séance du 8 juillet.)

» L'appareil dans lequel se fait la compression est un cylindre en tôle d'acier, d'une capacité d'environ 300 décimètres cubes, terminé à ses deux extrémités par des portes munies de hublots en verre très-épais. Une pompe, mise en jeu par un moteur à gaz, permet d'y comprimer l'air jusqu'à 10 atmosphères, avec une rapidité de quatre à cinq minutes par atmosphère.

» Un chien solidement attaché, la tête étendue sur une sorte de cadre en bois et en fer qui s'adapte au contour intérieur du cylindre, est introduit dans l'appareil, où il ne peut faire aucun mouvement. Dans une de ses artères carotides est fixé un ajutage soudé à un tube métallique, qui traverse la paroi d'acier au moyen d'une pièce de raccord vissée, et qui débouche au dehors, où un robinet permet de le fermer.

» Lorsqu'on est arrivé à la pression voulue et qu'on veut tirer du sang, il suffit d'ajuster au robinet, à l'aide d'un tube épais de caoutchouc, une seringue graduée. Le robinet étant ouvert, l'air comprimé contenu dans l'appareil pousse le sang avec une force qu'il faut prudemment modérer : ce sang est chassé du corps comme l'eau d'une éponge exprimée dans la main.

» Le sang que l'on tire de la sorte est toujours plus rouge que le sang extrait du même vaisseau à la pression normale, ce qui indique déjà une augmentation dans la proportion de l'oxygène. Il se coagule plus vite qu'à l'ordinaire, et ceci est un cas particulier d'une sorte de règle générale que j'ai toujours vue se vérifier, à savoir que la rapidité de la coagulation est en rapport avec la richesse en oxygène.

» Lorsque la pression atteint 4 ou 5 atmosphères, le sang arrivé dans la seringue en verre y présente souvent un phénomène qui devient constant au-dessus de 7 atmosphères : c'est le dégagement de bulles de gaz extraordinairement fines. Ces bulles restent isolées, par cette seule raison qu'elles sont emprisonnées dans de petits flocons de fibrine qui se coagulent autour d'elles au fur et à mesure de leur formation. Le nombre de ces bulles est, comme on doit s'y attendre, en rapport direct avec la pression. On voit que le moment où elles apparaissent régulièrement et en abondance est précisément la limite avec laquelle la décompression brusque

entraîne des accidents graves et même la mort. Cependant, et ceci est un fait qui doit donner à penser à ceux qui s'occupent de l'hygiène des ouvriers travaillant sous pression, il m'est arrivé de voir dans ma seringue quelques bulles de gaz à des pressions dont les chiens peuvent sortir soudainement sans donner des signes de malaise; c'est probablement dans ces circonstances qu'arrivent chez l'homme les troubles légers de la locomotion, les gonflements musculaires, les horribles démangeaisons connues sous le nom de *puces*, etc.

» Cela dit, je passe à l'analyse des gaz extraits du sang par la méthode indiquée dans ma cinquième Note; je ne rapporterai ici que le nombre d'expériences nécessaire pour montrer le sens des phénomènes et aussi la variété de leurs détails. Les chiffres expriment le volume des gaz (à 0 degré et 76 centimètres de pression) contenus dans 100 centimètres cubes de sang.

	Oxygène.	Acide carbonique.	Azote.
1° Pression normale........	19,4	35,3	2,2
A 3 atmosphères........	20,9	35,1	4,7
6 »	23,7	35,6	8,1
10 »	24,6	36,4	11,3
2° Pression normale........	18,3	37,1	2,2
A 2 atmosphères........	19,1	37,7	3,0
5 »	20,6	40,5	6,1
10 »	21,4	36,8	11,4
3° Pression normale........	18,4	47,7	2,5
A 3 atmosphères........	20,0	42,2	4,4
$6\frac{3}{4}$ »	21,0	41,3	7,1
$9\frac{1}{4}$ »	21,2	39,8	9,3
4° Pression normale........	22,8	50,1	2,3
A 5 atmosphères........	23,9	35,2	6,0
8 »	25,4	37,6	9,5
5° Pression normale........	20,2	37,1	1,8
A $5\frac{1}{2}$ atmosphères.......	23,7	35,5	6,7
10 »	24,7	37,9	9,8

» Examinons les diverses déductions qu'on peut tirer de ce tableau :

» 1° La richesse du sang en oxygène augmente avec la pression; mais cette augmentation est bien faible, puisque, de 1 à 10 atmosphères, elle n'a été au maximum que de 26,7 pour 100 (expérience 1°). Ce résultat est surtout très-frappant lorsqu'on le rapproche de celui que j'ai signalé dans ma cinquième Note, en parlant de la diminution de pression, puisque, à une demi-atmosphère, l'oxygène a diminué de 36 à 56 pour 100.

» Cela semble indiquer que la combinaison de l'oxygène avec l'hémoglobine, combinaison qui se dissocie aux basses pressions, est à son maximum de saturation aux environs de la pression normale, et que, au-dessus, la proportion un peu plus forte d'oxygène que l'on trouve dans le sang tient exclusivement à la dissolution dans le plasma. J'avais déjà montré que la quantité d'oxygène contenu dans le sang s'élève à plus de 20 pour 100, lorsqu'on fait respirer à un animal de l'oxygène pur au lieu d'air ordinaire.

» Si nous rapprochons ces faits de l'empoisonnement par l'oxygène dont j'ai montré les violents effets convulsifs et les conséquences si rapidement mortelles lorsqu'on dépasse 15 atmosphères (voir *Comptes rendus*, 1872, t. LXXIV, p. 617 et t. LXXV, p. 29), on est en droit d'en inférer, comme je l'ai fait déjà, que la proportion toxique de ce gaz est de très-peu supérieure à celle que nous avons normalement dans le sang, et qu'il constitue ainsi le poison le plus violent que nous connaissions.

» 2° La proportion de l'acide carbonique n'est nullement influencée par les augmentations de pression. Ceci a de quoi nous surprendre, car j'ai fait voir, en parlant de la diminution de pression, que la richesse en acide carbonique suit assez docilement la baisse barométrique.

» Comment expliquer maintenant que l'acide carbonique diminue avec la pression, mais n'augmente pas avec elle? Je crois qu'on peut s'en rendre compte par le raisonnement suivant : l'acide carbonique du sang, qui peut s'échapper tout entier dans le vide barométrique, est maintenu dans ce liquide en circulation par la pression du gaz de même nature qui est répandu dans l'air des bronchioles et des cellules pulmonaires. Cet air, ainsi que je l'ai montré (voir mes *Leçons sur la physiologie de la respiration*, p. 165; 1869), contient de 6 à 8 pour 100 d'acide carbonique ; c'est cette proportion qui, multipliée par le chiffre exprimant la pression barométrique, représente la pression réelle du gaz intra-pulmonaire, laquelle maintient le gaz intra-sanguin. Lors donc que la pression barométrique augmente, comme la production totale, en poids, de l'acide carbonique n'est pas sensiblement modifiée (je reviendrai sur ce point dans une autre Communication), il en résulte que sa proportion centésimale diminue dans l'air des alvéoles pulmonaires; ainsi sa pression réelle reste la même, et par suite la même aussi la quantité que cette dernière maintient dans le sang en une union chimique facile à dissocier.

» Si, au contraire, nous considérons le cas de la diminution de pression, et si nous nous plaçons, par exemple, à demi-atmosphère, nous voyons

que, pour que la pression réelle de l'acide carbonique intra-pulmonaire restât la même, il faudrait que sa proportion centésimale fût doublée et arrivât par conséquent à 12 ou 16 pour 100. Mais s'il en était ainsi, il ne resterait disponible qu'une proportion d'oxygène absolument insuffisante pour entretenir la vie. Il faut donc, soit que la production de l'acide carbonique diminue, soit que la ventilation pulmonaire s'accélère beaucoup, dans l'un ou l'autre cas, la proportion de ce gaz dans l'air des bronches diminuant, que sa pression réelle diminue, et il en est de même de la quantité qui en existe dans le sang.

» Je pense qu'en approfondissant ces réflexions et en les appliquant à l'analyse de chaque cas particulier, on trouvera l'explication des irrégularités si singulières que nous a présentées la richesse du sang en acide carbonique, considérée dans ses rapports avec les différentes pressions barométriques.

» 3° La proportion de l'azote, gaz qui paraît exister dans le sang à l'état de simple dissolution, augmente considérablement avec la pression, sans suivre cependant exactement la loi de Dalton. Les chiffres rapportés ci-dessus expliquent parfaitement comment, lorsque la décompression est trop brusque, le gaz dissous repasse à l'état libre et occasionne les accidents que j'ai décrits dans ma dernière Note (voir *Comptes rendus*, 1872, t. LXXV, page 491, séance du 12 août). C'est ce qui se passe, ainsi que je l'ai dit plus haut, dans la seringue même avec laquelle on extrait le sang : il en est du sang décomprimé comme d'une bouteille d'eau de seltz que l'on débouche.

» Mais s'il est facile de comprendre pourquoi les gaz libres extraits du cœur d'un animal tué par rapide décompression contiennent (*voir* ma dernière Note) de 70 à 90 pour 100 d'azote, la présence de l'acide carbonique dans la proportion de 10 à 30 s'explique moins aisément, puisqu'il n'y en a pas plus dans le sang à 10 atmosphères qu'à la pression normale. Je pense que cette mise en liberté est due à l'entraînement exercé par l'azote qui se dégage ; il se passe, je crois, dans les vaisseaux, ce qui arrive lorsqu'on fait traverser du sang par un courant d'azote ou d'hydrogène, courant qui déplace une grande quantité d'acide carbonique. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la noctilucine.* Note de **M. T.-L. Phipson.**

« La noctilucine est une nouvelle substance organique qui paraît fort répandue dans la nature. Dans ma Note sur la matière phosphorescente de

la Raie, publiée dans les *Comptes rendus* en 1860, j'ai parlé de cette matière comme d'une substance organique particulière qui luit comme le phosphore, et de même encore dans mon livre sur *la Phosphorescence*, publié à Londres en 1862 (p. 103).

» La noctilucine n'est pas seulement la cause de la phosphorescence des poissons morts et de la chaire animale morte, elle est sécrétée aussi par les vers luisants, le scolopendre, et probablement par tous les animaux qui luisent dans l'obscurité; cette même substance paraît aussi être produite assez souvent par certaines plantes vivantes (*Agaricus*, *Euphorbia*, etc.) et par la décomposition des matières végétales dans certaines conditions spéciales (fermentation des pommes de terre, etc.).

» A la température ordinaire, la noctilucine est une substance presque liquide, azotée; elle est miscible à l'eau, mais ne s'y dissout pas et paraît avoir une densité un peu plus faible que ce liquide; elle est blanche, et récemment extraite d'un animal lumineux, soit vivant, soit mort, elle contient une certaine quantité d'eau, et possède une légère odeur ressemblant un peu à celle de l'acide caprylique. Elle est insoluble dans l'alcool et dans l'éther, se dissout et se décompose facilement par les acides minéraux et les alcalins; la potasse en dégage de l'ammoniaque. En fermentant au contact de l'eau, elle dégage à la longue une odeur de fromage pourri. Aussi longtemps qu'elle est humide, la noctilucine absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique; mais, quand on la laisse dans l'air, elle se dessèche en minces couches translucides, sans aucune structure, et ressemblant beaucoup à la *mucine* qu'on obtient des limaces. Récemment obtenue, la noctilucine est fortement phosphorescente, et cette production de lumière est due à son oxydation au contact de l'air humide. Elle peut même luire dans l'eau aussi longtemps qu'il y a de l'air. Dans le gaz oxygène, elle est un peu plus brillante; mais j'ai observé qu'elle luit toujours plus quand le vent souffle du sud-ouest, c'est-à-dire lorsqu'il y a beaucoup d'ozone dans l'air. Cette production de lumière cesse aussitôt que l'oxydation de la matière est complétement achevée; mais, si la moindre quantité d'air y adhère, la noctilucine luit pendant quelques instants dans l'acide carbonique humide.

» Dans les animaux phosphorescents, la noctilucine est sécrétée par un organe spécial, comme la bile est sécrétée par le foie, et elle paraît être employée à produire de la lumière presque aussitôt qu'elle est produite. Elle est produite également, dans certaines conditions de température et d'humidité, par la matière animale morte, telle que la chair, le sang, et

quelquefois l'urine. Quelle que soit sa source, la noctilucine donne toujours la même espèce de lumière, savoir une lumière presque monochromatique, donnant un spectre qui est principalement visible entre les lignes E et F, et possède les mêmes propriétés chimiques, autant que j'ai pu les examiner. Elle est sécrétée dans un état d'assez grande pureté par le *Scolopendra electrica*, et vers le mois de septembre on peut, en faisant courir plusieurs de ces myriapodes sur une large capsule de verre, en obtenir assez pour examiner ses propriétés principales. Au moyen de l'organe phosphorescent des Lampyres et de la surface phosphorescente des poissons morts, on peut également en obtenir, à un état de pureté moindre, en recueillant dans du papier à filtre humide la matière lumineuse rassemblée par le scalpel.

» La sécrétion de la noctilucine par les animaux lumineux supérieurs, tels que les insectes (Lampyres, Elaters, etc.), est jusqu'à un certain point, sans doute, sous l'influence du système nerveux, ce qui leur donne la faculté de faire cesser leur lumière à volonté. Dans ce cas, la sécrétion est momentanément arrêtée ; mais on sait que les œufs des Lampyres luisent pendant quelque temps après qu'ils sont pondus, de sorte qu'ils doivent aussi contenir une petite quantité de noctilucine. Dans les animaux bien plus bas sur l'échelle, tels que la petite *Noctiluca miliaris* de la Manche, les polypes flexibles, etc., il paraît hors de doute qu'il existe aussi un organe spécial pour la production de la lumière, et, là où nous ne trouvons guère d'indices d'un système nerveux, la sécrétion de la matière lumineuse paraît souvent soumise à l'influence des circonstances extérieures. »

CHIMIE. — *Sur l'iodure d'azote.* Note de **M. Husson** fils. (Extrait.)

« *Action de l'iodure d'azote sur l'amidon.* — 2 grammes d'amidon délayés dans un excès d'ammoniaque sont placés dans un ballon avec 2 grammes d'iode. Il se forme aussitôt de l'iodure d'azote, qui se précipite et qui est recouvert par l'amidon, resté parfaitement blanc, puis par la solution ammoniacale. Le ballon étant soumis à l'action de l'air, l'iodure d'azote se décompose peu à peu. De l'azote se dégage, en même temps l'amidon se gonfle et prend une teinte fauve qui passe par diverses nuances, pour devenir violacée, et enfin bleue.

» L'iode seul a encore agi ; l'amidon, sous l'influence de la réaction, n'a

fait que se désagréger couche par couche, ce qui a produit les différentes teintes indiquées.

» *Action sur la gomme.* — Cette fois encore, l'expérience a lieu avec 2 grammes de gomme du Sénégal, dissous dans une solution concentrée d'ammoniaque, puis mélangés à 1 gramme d'iode. L'iodure d'azote se précipite et se décompose sous l'influence solaire, sans toutefois qu'il se dégage d'azote. En sorte que le problème semblait résolu; mais l'analyse donne encore un autre résultat. La solution gommeuse, pendant la réaction, devient verdâtre et plus épaisse. L'alcool en précipite une substance blanche qui, reprise par l'eau et précipitée plusieurs fois de la même manière, ne donne plus de trace d'azote, mais décèle de l'iode par l'eau chlorée.

» Cette expérience, négative quant à la production d'albumine, confirme du moins mon opinion sur le produit gommo-iodé qu'on obtient en faisant réagir l'iode sur une solution gommeuse, sous l'influence solaire. Dans une Note présentée à l'Académie de Médecine, j'ai essayé de démontrer qu'il se produit une véritable combinaison, par remplacement de 1 équivalent d'hydrogène par 1 équivalent d'iode, et cela doit être, pour qu'il n'y ait pas de dégagement d'azote.

» En effet,

$$2C^{12}H^{11}O^{11} + AzHI^2 = AzH^2H + 2C^{12}H^{10}IO^{11},$$

ou

$$C^{24}H^{22}O^{22} + AzHI^2 = AzH^2H + C^{24}H^{20}I^2O^{22}.$$

Le dégagement d'azote n'est donc pas possible, ce gaz s'emparant de 3 équivalents d'hydrogène pour former de l'ammoniaque.

» Cette expérience, répétée avec le mélange indiqué plus haut, à l'aide d'un ballon plongé dans l'eau bouillante et dans lequel furent projetés ensuite des fragments de phosphore, a fait entendre une série de détonations; mais le résultat final n'a guère été modifié. Il y a eu un peu d'hydrogène phosphoré, du phosphore rouge, et une portion de la gomme a été transformée en glucose.

» Ne pouvant produire l'albumine, j'ai cherché du moins à la modifier par l'iodure d'azote.

» *Action de l'iodure d'azote sur l'albumine.* — Si l'on met dans un ballon 1 gramme d'iode délayé dans un blanc d'œuf, et qu'on verse sur le mélange une solution concentrée d'alcali volatil, l'iodure d'azote se précipite aussitôt avec une portion de l'albumine devenue insoluble. Ce magma, tout d'abord d'un vert ardoise, prend sous l'influence solaire les teintes

vertes et rouges à mesure que l'azote se dégage et que l'iode est mis en liberté.

» Dès que l'iodure d'azote est décomposé, l'albumine précipitée ressemble à la masse gélatineuse que l'on obtient en versant une solution concentrée de potasse ou de soude sur l'eau albumineuse. Quant à la partie soluble, elle est visqueuse, d'un jaune brun. Sous l'influence de la chaleur, elle se prend en une gelée qui, traitée plusieurs fois par l'alcool et l'eau distillée froide, cède de l'iodhydrate d'ammoniaque. Ainsi lavée, elle ressemble à de la gélatine gonflée par l'eau; elle se dissout par l'ébullition dans l'eau distillée et l'alcool faible, soluté précipitable par l'alcool à 90 degrés et par les acides. Un excès d'acide sulfurique concentré redissout à froid le précipité, et cette solution prend, à la lumière solaire, une belle teinte groseille, due à l'iode qui est éliminé.

» Le chlore sépare également de l'iode, qui n'a certainement pas pris la place de l'hydrogène, mais s'est substitué au soufre contenu dans cette matière azotée.

» En résumé, l'albumine ainsi modifiée contient de l'iode et présente des caractères communs à la gélatine et à l'albumine obtenue sous l'influence des alcalis. »

ASTRONOMIE. — *Étoiles filantes du mois d'août.*

M. Le Verrier présente à l'Académie l'ensemble des observations du mois d'août, faites à Greenwich, à Lisbonne et à Volpeglino :

« Le tableau qu'a bien voulu nous adresser M. *Airy* comprend les nombreux météores observés à Greenwich du 7 au 15 août par MM. *Nash*, *Wright*, *Bishop*, *Cross* et *W. Schultz*. Chacun de ces météores est décrit avec un grand soin; nous serions fort reconnaissant à M. Airy s'il lui était agréable de faire déterminer l'ascension droite et la distance polaire du commencement et de la fin de la course de chacun des météores. Nous nous empresserions de faire imprimer ce relevé, que tous les astronomes qui s'intéressent à ces phénomènes seraient satisfaits de posséder.

» M. *Tradesso da Silveira*, directeur de l'Observatoire de Lisbonne, joint à la carte et à la lettre qu'il envoie une Note explicative de la méthode particulière qui a été suivie à Lisbonne pour l'enregistrement.

« L'enregistrement des observations a été fait en employant l'électricité de la manière suivante : un compteur du général Morin servait pour enregistrer le nombre des étoiles

vues; un des observateurs, au moyen d'un manipulateur, marquait sur le compteur toutes celles qu'il voyait ou que d'autres employés, jamais moins de quatre, lui indiquaient.

» Pour enregistrer le temps précis de l'apparition des étoiles plus remarquables et qu'on fixait sur la carte, on avait lié la pendule de l'Observatoire avec le récepteur Morse, de manière que les secondes y étaient marquées par de petites interruptions dans le trait continu qu'on voyait sur le papier.

» Un appareil très-simple qu'on avait adapté à la pendule faisait que les soixantièmes secondes étaient indiquées par l'omission de la marque de la seconde.

» L'observateur, qui était près d'une table où la carte était fixée, coupait le circuit au moment où il voyait une étoile dont il notait la direction, aussi bien que le lieu de l'apparition; en même temps qu'il faisait cela, il disait à l'employé qui surveillait les appareils qu'il avait noté une étoile; l'employé marquait sur l'espace blanc qu'il voyait sur le papier un nombre d'ordre qu'il énonçait d'emblée à haute voix, afin que l'observateur l'écrivît à côté de la flèche par laquelle il avait marqué sur la carte l'étoile. Ainsi on avait sur le papier de l'appareil Morse le moment juste de l'apparition de ces étoiles plus remarquables, et sur la carte leur direction et le lieu de leur apparition. »

» Dans la nuit du 10 août, 778 étoiles ont été ainsi comptées. De minuit à 4 heures du matin on en comptait environ 130 par heure. Nous regrettons que M. Tradesso da Silveira n'ait pas joint à son envoi le tableau des coordonnées du commencement et de la fin de la course de chaque météore pour l'impression. Nous espérons qu'il voudra bien le faire.

» M. *Maggi*, curé de Volpeglino (Italie), adresse le tableau des observations qu'il a faites de son côté; les heures sont en temps moyen de Paris, afin de faciliter les comparaisons. Le commencement et la fin de la course de chaque météore sont définis par ses coordonnées astronomiques, en sorte que l'impression sera facile. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'apparition des étoiles filantes des* 8, 9, 10 *et* 11 *août* 1872. Note de **M. Chapelas.**

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie le résultat de nos observations pendant les nuits des 8, 9, 10 et 11 août de cette année. Comme toujours, les observations faites pendant les nuits qui ont précédé et suivi le phénomène nous ont montré de nouveau que cette apparition, contrairement à celle de novembre, ne se produit pas d'une manière instantanée, mais qu'elle s'annonce déjà vers les premiers jours de juillet, par une augmentation progressive du nombre horaire moyen des étoiles filantes. Cette année, si l'observation n'a pas été contrariée par la présence de la Lune, elle a été cependant assez difficile en raison de l'état du ciel, comme on va le voir par l'examen de chacune de ces nuits.

» *Nuit du* 8. — Jusqu'à 11 heures, ciel entièrement couvert. De 11 heures à 1 heure du matin, éclaircies qui rendent l'observation possible. Le ciel se couvre ensuite jusqu'au jour. Pendant cette observation, nous avons constaté : 1° un fragment d'aurore boréale ; 2° 44 météores, dont 1 bolide de troisième grandeur, dont voici la position :

Commencement.		Fin.	
Ascension droite.	Déclinaison.	Ascension droite.	Déclinaison.
223°	9°	320°	— 2°

» En opérant sur ces données, nous trouvons pour nombre horaire moyen, ramené à minuit par un ciel serein, 31 étoiles 9 dixièmes.

» *Nuit du* 9. — Ciel complétement couvert jusqu'au jour. Néanmoins, en prenant pour abscisses les jours d'observation, et pour ordonnées les nombres horaires moyens obtenus pour les 8, 10 et 11 août, la courbe ainsi construite nous donne 37 étoiles pour nombre horaire moyen du 9.

» *Nuit du* 10. — Éclaircies de 11 heures à 2 heures du matin. Nous enregistrons 117 étoiles, qui, toujours en tenant compte de l'heure moyenne et du ciel visible, fournissent un nombre horaire moyen égal à 42 étoiles 4 dixièmes.

» *Nuit du* 11. — Ciel serein pendant toute la durée de l'observation, c'est-à-dire depuis 10 heures du soir jusqu'à 3 heures du matin. Apparition de 131 étoiles, dont 1 bolide de deuxième grandeur, direction sud-est. La position de ce météore était :

Commencement.		Fin.	
Ascension droite.	Déclinaison.	Ascension droite.	Déclinaison.
186°	70°	217°	60°

» Agissant ensuite comme précédemment, nous obtenons pour nombre horaire moyen, ramené à minuit, 26 étoiles 2 dixièmes.

» *Remarques.* — 1° Le maximum s'est produit, comme toujours, dans la nuit du 10, vers $1^h 15^m$ du matin, à raison de 1 étoile 5 dixièmes par minute.

» 2° Si nous prenons la moyenne, 33 étoiles 5 dixièmes, des nombres horaires moyens de ces quatre nuits, nous trouvons sur l'année dernière une diminution de 6 étoiles 4 dixièmes. En réalité, le phénomène, depuis 1848, va toujours en s'affaiblissant, car ce nombre horaire moyen atteint à peine le tiers de ce qu'il était à cette époque, qui fut aussi une année maximum pour les aurores boréales et les variations magnétiques.

» 3° Si l'on examine avec attention la carte jointe à ce travail, carte

qui a été dressée avec le plus grand soin, on voit que, au lieu d'être répartis comme d'ordinaire sur toute la surface de notre horizon en affectant toutefois une direction spéciale nord-est, est-nord-est, les météores de cette année, d'abord peu remarquables par eux-mêmes, se trouvent dis-



tribués par groupes placés dans les parties est, sud et sud-ouest du ciel, tout le long de l'écliptique, et semblent former autant de centres de radiation. Mais si l'on plonge indéfiniment et en arrière de la trajectoire de chacune des étoiles tracées sur cette carte, un examen plus attentif détermine clairement un autre centre de radiation bien accentué, situé dans la partie du ciel comprise entre les contellations de Persée, la Girafe et le Cocher, lieu

qui est précisément celui que nous avons déterminé dans un travail intitulé : *Recherches sur les centres de moyenne position des étoiles filantes*, et qui est le même sensiblement pour toutes les époques de l'année. A la grande rigueur, on déterminerait un autre centre, beaucoup moins important, aux environs de *o* de la Baleine. »

M. Pigeon adresse une nouvelle Communication relative au typhus des bêtes à corne.

Cette Communication sera soumise à l'examen de M. Bouley.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 5 août 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin mensuel de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers, fondée en 1846; janvier 1872. Saint-Nicolas-de-Port, 1872; br. in-8°.

Matériaux pour la faune belge. Deuxième Note: Myriapodes; par M. Félix PLATEAU. Bruxelles, 1872; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Société scientifique et littéraire d'Alais; année 1872; 1er Bulletin. Alais, 1872; in-8°.

Lettere cosmologiche ossia esposizione ragionata dei fenomeni più oscuri ed importanci delle singole scienze e dell' andamento sociale in base dell' organismo della natura; di M. GIORDANO. Torino, 1872; in-8°.

Il Tevere e le sue inondazioni; pel C.-C. Baldassarre CAPOGROSSI-GUARNA. Roma, 1871; in-8°. (Estratto dal giornale *Il Buonaroti.*)

The pharmaceutical Journal and Transactions; may-june 1872. London, 1872; 2 liv. in-8°.

The quarterly Journal of the geological Society; n°s 109, 110. London, 1872; 2 liv. in-8°.

List of the linnean Society of London; 1869. London, sans date; br. in-8°.

The Transactions of the linnean Society of London; vol. XXVI, part the fourth; vol. XXVII, part the first, part the second. London, 1869-1870; 3 vol. in-4°.

The Journal of the linnean Society Botany; vol. XI, n°s 52, 53. London, 1869-1870; 2 liv. in-8°.

The Journal of the linnean Society Zoology; vol. X, n°s 47, 48. London, 1870; 2 liv. in-8°.

Summario dos factos mais importantes de clinica cirurgica observados no hospital militar da guarnicão da corte durante os annos de 1865 *a* 1870; *por* A.-C. FORTES DE BUSTAMANTE SA. Rio-de-Janeiro, 1872; in-4°, relié. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

Chemische Analyse der am meisten bekannten Elemente, etc.; *von* K. WOLFF. Göttingen, 1872; in-4°. (Deux exemplaires.)

Archiv für mikroskopische Anatomie, herausgegeben von MAX SCHULTZE; achter Band, viertes Heft. Bonn, 1872; in-8°.

Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn; VIII Band, I, II Heft, 1869; IX Band, 1870. Brünn, 1870-1871; 3 liv. in-8°.

Minnesteckning ofver erik Gustaf Geiger af; F.-F. CARLSON. Stockholm, 1870; br. in-8°.

Lefnadsteckningar ofver Kongl. svenska Vetenskaps Akademiens efter ar 1854 *aflidna Ledamoter;* Band I, Hafte 2. Stockholm, 1870; in-8°.

Ofversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens forhandlingar Tjugondesjette argangen. Stockholm, 1870; in-8°.

Ofversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens forhandlingar Tjugondesjunde argangen 1870; n°s 1, 10. Stockholm, 1871; in-8°.

Meteorologiska Jakttagelser i Sverige utgifna af Kongl. svenska Vetenskaps Akademien anstallda och bearbetade under inseende af Er. EDLUND, 1867-1868-1869; 3 vol. in-4° oblong.

Konglica svenska Vetenskaps Akademiens handlingar ny följd 1868-1869-1870. Stockholm, 1869-1871; 3 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 SEPTEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président, en remettant à M. *Chevreul* une médaille que lui offrent ses confrères, s'exprime comme il suit :

« Messieurs, les Membres de cette Académie, les absents comme les présents, ont résolu de saisir l'occasion d'un récent anniversaire pour offrir publiquement à l'illustre Doyen de la Section de Chimie l'hommage de leur respect et l'expression de leurs vœux (1).

» Pénétré d'admiration pour cette vie sans tache, qui nous a donné depuis tant d'années le spectacle d'une grande intelligence unie à un grand cœur, j'aurais voulu être votre interprète auprès de M. Chevreul, au moment de lui offrir cette belle médaille (2), dont chacun de nous gardera pieusement un exemplaire; mais il appartenait à l'un de nos savants Secrétaires perpétuels, beaucoup plus compétent que moi, de retracer devant vous, à la manière anglaise, cette longue et féconde carrière que nous comptons, Dieu aidant, voir se prolonger longtemps encore pour le bien de la science et la gloire de notre pays. »

(1) M. Chevreul est né le 31 août 1786.

(2) La médaille offerte à M. Chevreul est l'œuvre d'un de nos plus habiles artistes, M. Alphée Dubois.

M. DUMAS s'est exprimé en ces termes :

« Monsieur CHEVREUL, en vous offrant cette médaille, vos confrères ont voulu vous donner un signe sensible de leur profonde affection pour votre personne et de leur respect pour vos glorieux travaux.

» Il y a soixante-six ans, vous livriez au public votre premier Mémoire, je crois, modèle précis d'analyse des ossements fossiles de l'Anjou; en ce moment, vous terminez une recherche si compliquée, que nul autre chimiste n'eût osé l'aborder, et vous découvrez les plus fins aperçus.

» Heureux privilége de votre longue et noble carrière. A vos débuts, vous étiez respectueux pour les vieilles méthodes classiques, et vos œuvres récentes témoignent que, doyen des chimistes, vous possédez mieux qu'aucun d'eux l'intelligence vive des plus jeunes nouveautés. L'art d'observer les faits vous doit ses règles les meilleures, et vous avez donné à l'appréciation des doctrines ses formules les plus sûres. L'invention vous est familière; la philosophie vous attire; l'érudition vous distrait; pour vous, le travail a toujours été et sera toujours la vie. C'est le seul emploi de votre temps qui ne vous fatigue pas.

» Vos recherches sur les corps gras d'origine animale ont mis en évidence la nature de ces productions. Vous avez découvert les acides gras fixes qu'elles contiennent, et en particulier l'acide stéarique qui en est le type, donnant ainsi naissance à l'industrie des bougies stéariques, l'une des plus utiles inventions de ce siècle, et vous avez isolé ces autres acides gras volatils qui les caractérisent à l'odorat, préparant, de la sorte, la création des essences artificielles, devenues la base d'un intéressant commerce.

» Vous avez démontré dans ce même livre que les corps gras naturels peuvent être considérés comme des sels, formés par ces divers acides, unis à une base organique, la glycérine, et vous avez ouvert ainsi la voie aux travaux par lesquels la Chimie organique actuelle a été fondée.

» L'étude exacte des détails d'analyse pure, qui semble l'unique but de votre ouvrage, vous a donc conduit, comme application, à faire descendre la bougie, des palais ou des salons, dans les plus modestes demeures; et, comme doctrine, tout en respectant les secrets de la vie, à faire tomber ce mur de séparation entre les substances d'origine organique et les matières d'origine minérale qu'avaient élevé les anciens chimistes et que Berzélius avait consolidé. Votre ouvrage annonçait qu'un jour il n'y aurait qu'une Chimie, et ces perspectives, alors reléguées dans un vague lointain, ont bientôt pris corps et se sont réalisées sous vos yeux, satisfaction que vous devait la fortune.

» L'étude des matières colorantes vous a longtemps occupé. Vous avez

isolé, le premier, les principes auxquels beaucoup d'entre elles doivent leurs propriétés caractéristiques. Vous avez établi, sur des expériences certaines, la théorie de la teinture. Votre cercle chromatique permet de définir et de nommer toutes les couleurs que notre œil distingue. A son aide, un chiffre suffit pour faire connaître au loin, à un coloriste contemporain, la nuance précise d'un objet; il suffira aussi pour que, dans les âges futurs, nos successeurs puissent la reproduire.

» Conduit par ces études à formuler votre théorie du contraste simultané des couleurs, que nos jeunes artistes n'étudient point assez peut-être, vous montrez comment toute surface, véritable caméléon, modifiée dans sa nuance par les teintes des surfaces qui l'entourent, les modifie à son tour, recevant de ses voisines leur couleur complémentaire et leur rendant la sienne.

» Ces effets de contraste, si frappants lorsqu'il s'agit de couleurs, vous les retrouvez souvent dans les jugements moraux portés par les hommes, et vous démontrez combien sont mal appréciés les faits de l'histoire et les caractères de ses personnages, lorsque la passion les enlève à leur milieu naturel pour les transporter sur un théâtre antagoniste où tous les contrastes sont changés.

» Il suffit de rappeler votre théorie des effets optiques que présentent les étoffes de soie, vos études d'analyse animale, vos recherches sur l'hygiène des villes et vos divers Mémoires spéciaux. Mais, si dans cette enceinte où tous vos écrits sont connus, il est inutile d'en faire l'analyse détaillée, il ne l'est pas d'en signaler les traits généraux. Une vie de travail, poursuivie, sans lassitude, pendant deux tiers de siècle; une ardeur que loin de l'épuiser chaque année semble rajeunir, c'est un exemple rare dont on aimerait à dérober et à divulguer le secret.

» La Providence vous a favorisé sans doute; mais la discipline de vos occupations, les habitudes de votre esprit, la modération de vos goûts, la droiture de votre cœur ont une grande part dans ce résultat.

» Vous ne vous êtes jamais séparé du laboratoire. Chacun des jours de votre longue vie a été consacré à l'observation. Passionné pour des études philosophiques qui eussent marqué votre place à l'Académie des Sciences morales, elles ne vous ont pas égaré, l'étude de la nature vous ramenant sans cesse au sentiment du vrai. La pratique, à son tour, ne vous a jamais fait descendre jusqu'à un réalisme étroit; à vos yeux, l'observation des faits nouveaux devant toujours conduire à une vue plus générale, plus élevée et plus abstraite de la nature.

» Votre érudition sans égale vous permet de suivre chaque idée qui éclôt au travers des chemins souterrains qu'elle a parcourus avant de se montrer au grand jour, d'en reconnaître le point de départ et d'en signaler le premier inventeur à la reconnaissance publique. Lorsque les blés naissants verdissent la campagne, si cet aspect vous remplit de reconnaissance, ce n'est pas vous, qui oublieriez le travail obscur du laboureur dont les mains ont préparé la terre, creusé les sillons et répandu la semence d'où sortira la récolte.

» Toutes ces jouissances de votre esprit s'enchaînent. Les faits que vous observez avec tant de soin vous intéresseraient moins, si votre classification des sciences ne les rattachait à la philosophie la plus large, si votre connaissance profonde de l'histoire n'en éclairait les origines et si le sens inné de l'invention dont vous avez donné des preuves éclatantes ne vous en faisait deviner l'avenir.

» Vous aimez la vérité avec passion et vous la poursuivez sans cesse, fidèle à la devise modeste que vous avez depuis longtemps empruntée à Malebranche : *Tendre avec effort à l'infaillibilité sans y prétendre*. Mais, si vous recherchez avant tout les faits exacts, vous n'êtes pas néanmoins un de ces expérimentateurs à l'esprit étroit, qui placent toute la science dans les faits; vous donnez à la pensée la part qui lui revient, et vous démontrez que, dans la recherche de l'inconnu, il faut toujours aller du concret à l'abstrait et revenir de l'abstrait au concret.

» Vous appartenez à ce groupe d'esprits réfléchis, amoureux de la méthode, qui non-seulement veulent voir juste, mais qui cherchent à s'expliquer comment ils sont sûrs de voir juste. La Chimie n'est pour vous qu'une des branches de la philosophie naturelle, et l'étude scientifique de la nature elle-même n'est à vos yeux qu'un moyen de mettre en évidence l'ordre qui règne dans l'univers.

» C'est ainsi que s'explique la curiosité universelle dont vous êtes animé, aussi bien que cette foi paisible dans la destinée de l'homme de bien, qui se révèle dans tous vos actes.

» Qui ne se souvient du calme dont vous avez fait preuve pendant le siége de Paris, quand les Prussiens bombardaient le Muséum d'Histoire naturelle que vous dirigez? Vous aviez prévu ce péril pour en réduire les chances; vous le braviez, au milieu des obus, pour maîtriser leurs effets destructeurs, et comme un autre Archimède, parmi ces terribles scènes, vous poursuiviez cependant vos études avec fermeté. Redoublant d'ardeur, vous souteniez alors avec dévouement, par d'importantes Communications, l'intérêt de nos séances.

» Comment oublier aussi la force d'âme que vous avez déployée pendant le second siége de Paris, où tant de dangers menaçaient à la fois votre personne et les établissements précieux que vous avez sauvés de la ruine par votre attitude?

» S'ils eussent obéi à l'usage, vos confrères auraient attendu, pour vous adresser leurs félicitations, le cinquantième anniversaire de votre entrée à l'Académie; ils ont jugé qu'une exception était permise, en présence des grands services que vous avez rendus au pays et à la science. Ils n'ont pas même eu besoin de se souvenir que vous appartiendriez à la Compagnie depuis 1816, si vous n'aviez à cette époque refusé noblement d'y entrer, jugeant que la place vacante appartenait à Proust, votre compatriote, alors malheureux et souffrant, qui, ne résidant point à Paris, n'eût pas été considéré comme éligible, sans votre intervention énergique et généreuse.

» Dix ans après, vous lui succédiez.

» Le Jardin des Plantes, la Manufacture des Gobelins, le Comité consultatif des Arts et Manufactures, la Société centrale d'Agriculture ont chaque jour l'occasion d'apprécier, comme l'Académie des Sciences, votre fidélité à tous les devoirs, votre haute raison, votre esprit de justice et votre bienveillance. L'École Polytechnique n'a point oublié que vous avez figuré au nombre de ses examinateurs généraux.

» Les vœux de cette large famille intellectuelle qui vous réclame à divers titres se joignent aux nôtres. Puissiez-vous, longtemps encore, jouir de ces rares facultés que l'âge n'a point touchées, représentant parmi nous et parmi vos autres confrères l'heureuse personnification d'un noble caractère et d'un cœur droit, unis à la science la plus élevée et au patriotisme le plus pur. »

M. Chevreul remercie M. le Président, M. le Secrétaire perpétuel et ses confrères par quelques paroles émues.

ASTRONOMIE. — *Sur le rôle de la Photographie dans l'observation du passage de Vénus, et sur le récent discours de* M. Warren de la Rue. Note de **M. Faye.**

« La Photographie va jouer, dans l'observation du prochain passage de Vénus, un rôle considérable dont il importe de se rendre compte. L'Angleterre fait achever en ce moment huit photohéliographes sur le modèle de celui de Kew, dont trois sont destinés à la Russie qui en possède déjà un. Les Allemands vont en avoir quatre; le Portugal expédiera celui de Lisbonne à Macao; les États-Unis en construisent également, mais sur un plan bien

différent; la France projette de faire construire quatre appareils photographiques, dont M. Delaunay avait confié l'étude à MM. Martin, Wolf et Bourbouze. Cela fait déjà plus de vingt appareils photographiques qui vont être expédiés, avec tout autant d'habiles photographes, sur les points les plus favorables des deux hémisphères pour la mesure de la parallaxe du Soleil. Voilà ce qu'a produit enfin, dans ces derniers temps, l'idée simple mais féconde de supprimer l'observateur et de remplacer son œil et son cerveau par une plaque sensible reliée à un télégraphe électrique. C'est, dans le système des observations modernes, un progrès presque comparable à celui qui a été réalisé, il y a deux siècles, par l'application des lunettes aux instruments de mesure.

» M. Warren de la Rue, dont j'ai eu bien souvent occasion de signaler à l'Académie les belles recherches d'astronomie photographique, a choisi ce sujet pour texte du discours qu'il a prononcé, il y a quinze jours, à l'inauguration de l'une des Sections de l'Association Britannique, réunie à Brighton. Il a parfaitement retracé et discuté les préparatifs et les essais accomplis en Angleterre, en Russie, en Allemagne et aux États-Unis. Si j'avais pu assister à ces séances, pour lesquelles M. le Maire de Brighton m'avait fait l'honneur de m'adresser une invitation, j'aurais essayé de compléter l'intéressant exposé de M. Warren de la Rue, en disant ce que nous avons fait de notre côté pendant la trop longue période d'incubation de ce progrès décisif. Je demande à l'Académie la permission de le lui rappeler rapidement.

» Dans cette vaste entreprise photographique, il faut distinguer deux méthodes : celle qui consiste à employer un objectif à court foyer, donnant une très-petite image focale que l'on est obligé d'agrandir à l'aide d'un appareil optique spécial, pour la projeter ensuite sur la plaque sensible, et celle qui se borne à demander l'image céleste à un objectif à très-long foyer, qui la dessine immédiatement sur la plaque. La première méthode a l'avantage d'employer des appareils très-maniables, mais cet avantage est compensé par l'inconvénient de l'appareil auxiliaire qui peut altérer l'exactitude des clichés et déformer les images. Il a fallu de très-minutieuses études et l'emploi d'artifices délicats pour parvenir à se mettre à l'abri de ces graves défauts. La deuxième méthode en est exempte; mais on redoute d'être conduit à transporter au loin et à ériger des lunettes de 10 ou 12 mètres de longueur. Les astronomes des États-Unis, suivant M. Warren de la Rue, se sont néanmoins arrêtés à l'emploi des grands objectifs, en simplifiant leur installation à l'aide d'un héliostat.

» Ces deux méthodes ont déjà été appliquées en France il y a de longues

années, en 1858 et en 1860. L'Académie sait que l'on a réussi du premier coup à produire de magnifiques épreuves du passage de la Lune sur le Soleil, le 15 mars 1858. Le phénomène avait eu lieu le lundi, un peu avant la séance; une heure après, je mettais sous les yeux de l'Académie un des négatifs de cette éclipse, où les disques du Soleil et de la Lune n'avaient pas moins de 14 centimètres de diamètre au lieu des 10 centimètres que l'on ambitionne aujourd'hui (1).

» Quelques jours plus tard, nous avons présenté les autres clichés de l'éclipse du 15 mars, ainsi qu'une série d'images solaires d'une perfection qui n'a pas encore été atteinte, je crois, sous de pareilles dimensions, ainsi que le dessin de l'appareil qui nous avait servi à mesurer les coordonnées des divers points du bord de l'astre ou du centre des taches (2).

» Il résultait évidemment de ce premier succès les conséquences suivantes :

» 1° La méthode qui consiste à recevoir directement sur la plaque sensible l'image du Soleil à l'aide d'objectifs à très-long foyer, réussit du premier coup, sans essais et sans tâtonnement.

» 2° Le collodion sec qu'on doutait encore, il y a peu de temps, de pouvoir employer, d'après M. W. de la Rue, nous avait réussi du premier coup, sans essais et sans tâtonnement, malgré la rapidité de la pose.

» 3° Les images ainsi obtenues peuvent être orientées avec une grande perfection, soit à l'aide d'un fil dont l'image est parfaitement reproduite sur les clichés, soit à l'aide d'une seconde image du Soleil obtenue en partie sur la même plaque à deux minutes d'intervalle.

» 4° Les clichés, malgré un léger défaut de striage dû à la qualité du collodion employé, se prêtaient à des mesures d'une grande précision, précision qui a été trouvée supérieure à celle de l'héliomètre de Kœnigsberg.

» 5° L'échelle angulaire des longueurs mesurées sur ces épreuves s'obtenait en enregistrant sur une même plaque les déplacements d'*un même bord* du Soleil pour les laps de temps parfaitement déterminés à l'aide de la télégraphie électrique.

» 6° J'émettais, en 1858, quelques craintes sur l'effet nuisible des réflexions à la surface postérieure du verre collodionné et à la surface mate du

(1) Voir *Comptes rendus*, 1858, t. XLVI, *Indications soumises aux Photographes relativement à l'éclipse du 15 mars*, p. 479, et même volume, p. 507, *Observations photographiques faites avec la grande lunette de M. Porro*.

(2) *Comptes rendus*, 1858, t. XLVI, *Sur les photographies de l'éclipse du 15 mars présentées par MM. Porro et Quinet*.

châssis; mais j'indiquais le moyen de les éliminer en noircissant cette face du cliché. C'est un procédé dont M. de la Rue signale l'application toute récente en Angleterre.

» 7° La difficulté d'employer de très-grandes lunettes n'a pas été sensible pour nous. Celle dont nous nous sommes servis n'était même pas supportée en son milieu; elle était tenue en l'air par une seule extrémité. Il est assurément bien facile de trouver une installation plus stable (1).

» On voit que le problème était résolu, dès cette époque, du premier coup, grâce à l'emploi d'objectifs à long foyer. Il restait seulement à se préoccuper de la correction chromatique de l'objectif lui-même. Je n'ai pas besoin de rappeler pourquoi cette question capitale, qui a été si bien résolue depuis aux États-Unis par M. Rutherfurd, n'a pas été abordée par nous; mais je ferai observer que ces expériences, représentant l'utilisation d'un capital considérable, n'ont pas coûté un centime à l'État.

» Plus tard, en 1860, nous avons fait un pas de plus. Depuis 1849, j'avais entretenu à diverses reprises l'Académie de la possibilité de supprimer l'observateur dans les observations méridiennes elles-mêmes (2). Il fallait ici renoncer aux longues lunettes et recourir à un appareil de grandissement analogue à celui que l'on étudie encore en ce moment en Allemagne, en Angleterre et en France. Nous y avons également réussi à l'aide d'un appareil construit par M. Porro et d'un télégraphe de MM. Digney frères. Cet appareil consistait en une lunette méridienne à prisme objectif tournant sur des colliers et portant à la place de l'oculaire l'appareil d'agrandissement destiné à projeter à la fois sur la plaque sensible le réticule et l'image solaire. Une détente faisait marcher au doigt, presque instantanément, un très-petit écran placé dans le plan de l'anneau oculaire de l'appareil optique, et l'enregistreur électrique, relié à cet écran, notait le temps avec une précision

(1) Enfin j'aurais facilement étudié, dès cette époque, la difficulté qui consiste dans le retrait possible du collodion après les lavages et la dessiccation : il suffisait de tracer au diamant une échelle de petits traits parallèles équidistants sur la face que devait recouvrir le collodion, puis de présenter la plaque à la lumière, non pas du côté ordinaire, mais par la face non collodionnée, de manière à photographier cette échelle. On aurait ensuite regardé à la loupe, après les opérations ordinaires, si les traits du collodion étaient restés ou non en coïncidence avec ceux du verre.

M. W. de la Rue émet quelques doutes sur l'emploi du daguerréotype substitué au collodion. Je crois être en état d'affirmer à l'Académie que cette substitution a été réalisée par M. Martin, à l'Observatoire de Paris, avec un entier succès. Les épreuves de ce genre se prêtent très-bien aux mesures micrométriques les plus délicates.

(2) *Comptes rendus*, 1849, t. XXVIII, p. 241, *Sur les observations du Soleil.*

extrême. L'observation méridienne du Soleil que nous avons obtenue ainsi, et que j'ai présentée il y a douze ans à l'Académie, existe encore entre mes mains. Elle a été faite, non par un astronome, mais par un enfant, et je ne crois pas, malgré quelques petits défauts dus à une installation précipitée, qu'aucun observatoire puisse produire rien de pareil par les anciennes méthodes (1).

» Vers la même époque, c'est-à-dire en 1860, M. Laussedat imagina un procédé fort ingénieux qui consistait à placer la lunette dans une position fixe et à lui renvoyer l'image du Soleil à l'aide du miroir plan d'un héliostat. Il ne se contenta pas de l'imaginer; il l'appliqua lui-même en Algérie à l'observation de l'éclipse de 1860, et fit voir que ce procédé permettrait d'utiliser pour l'observation photographique du passage de Vénus un objectif d'une longueur focale quelconque. C'est précisément le procédé que les astronomes des États-Unis vont employer en grand, en 1874, avec des lunettes de 40 pieds anglais. M. Warren de la Rue craint l'effet de la chaleur solaire sur la trajectoire de ces rayons parcourant la même couche d'air, depuis le miroir jusqu'à l'objectif et, ajouterai-je moi-même, de là jusqu'au réticule; mais cette influence, sur laquelle une très-curieuse observation de M. Airy, à Cambridge, avait appelé mon attention il y a bien longtemps, peut être facilement supprimée si l'on place au-dessus du miroir de l'héliostat un écran mobile qui, relié électriquement à la détente de la plaque photographique, ne découvrira le miroir lui-même qu'à l'instant voulu, et pendant une durée aussi courte que l'on voudra.

» C'est aussi là l'appareil que l'on a nommé depuis sidérostat. Les perfectionnements remarquables que M. Foucault y a introduits ne doivent pas nous faire oublier que l'idée et l'application première en sont dues à M. Laussedat, surtout au moment où des appareils analogues vont être employés sur une grande échelle par les astronomes des États-Unis et très-probablement aussi par les astronomes français.

» M. Warren de la Rue objecte encore l'influence du miroir dont la parfaite planitude ne saurait être assurée; mais les procédés de M. Foucault, si bien appliqués aujourd'hui par M. Martin, nous donnent à cet égard toute garantie. D'ailleurs il suffit d'étudier à l'avance le miroir, rendu fixe, en photographiant, sur la même plaque, une petite partie du même bord du disque solaire de dix secondes en dix secondes, par exemple, à l'aide d'une

(1) *Comptes rendus*, 1860, t. L, p. 965, *Sur l'état de la photographie astronomique en France*.

disposition analogue à celle qui a servi pour l'observation méridienne dont je parlais tout à l'heure. On mettra ainsi en évidence et l'on pourra mesurer avec exactitude l'influence des petits défauts du système optique employé.

» Enfin M. W. de la Rue pense qu'il est essentiel au succès de l'opération que les instruments appelés à l'observation photographique du passage de Vénus soient identiques, afin de donner des résultats comparables entre eux. Cette condition, si elle était rigoureuse, exclurait du résultat final qu'il s'agit d'atteindre le concours des pays qui n'auraient pas adopté l'identité de méthodes et d'appareils. Je ferai remarquer à ce sujet que, s'il pouvait exister entre le diamètre photographique et le diamètre visuel du Soleil ou de Vénus quelque petite différence, non encore constatée d'ailleurs, cela ne toucherait en rien à la mesure des coordonnées relatives des centres des deux astres, pourvu que l'effet de l'irradiation actinique, si l'on veut bien me passer cette expression, restât le même au même instant sur tout le contour de ces astres pour un instrument quelconque; pourvu aussi que l'on empruntât la valeur angulaire de l'échelle des longueurs aux mouvements d'un même point du disque solaire et non à l'amplitude de son disque apparent. Je suis donc d'avis que les résultats obtenus par les astronomes des États-Unis, avec leurs miroirs réfléchissants et leurs lunettes de quarante pieds, pourront être combinés avec les autres, tout en regrettant que l'emploi des objectifs à 10 ou 12 mètres de longueur focale ne doive pas se généraliser. J'ai toujours pensé, en effet, en me fondant sur nos opérations de 1858 qui ont réussi du premier coup, que cette méthode possède une réelle supériorité à tous les points de vue. C'est, je crois, celle à laquelle les astronomes se rallieront au second passage de Vénus (1882), après avoir tout essayé au premier passage (1874) sur une échelle bien digne de la puissance matérielle et scientifique de notre époque.

» J'ajouterai, en terminant, une dernière réflexion. Les astronomes allemands, dont l'autorité scientifique est bien connue, ont décidé que les mesures héliométriques, à l'aide de l'appareil inventé par Bonguer, perfectionné par Dollond et si bien construit par Fraunhofer, tiendraient le premier rang dans leurs expéditions de 1874. Les contacts de Halley et la photographie sont par eux relégués au second rang. On s'explique cette décision pour la méthode des contacts en considérant l'influence inévitable des ondulations atmosphériques sur les observations ainsi obtenues. Cette influence se retrouve tout entière dans chaque observation de cette dernière espèce; pour l'éliminer, il faut que ce contact ait été

observé un grand nombre de fois par beaucoup d'observateurs; en d'autres termes, il y faut un grand nombre de stations combinées entre elles. Dans le système allemand, au contraire, chaque observateur peut répéter ses mesures un certain nombre de fois dans des circonstances atmosphériques incessamment variables; il obtient ainsi un résultat où ces influences accidentelles se seront compensées en grande partie. Le résultat a donc une valeur par lui-même et n'a pas besoin, pour l'élimination de cette cause d'erreur, d'être combiné avec beaucoup d'autres. Mais je ferai remarquer que la méthode photographique possède cet avantage à un degré bien plus marqué. En outre elle échappe beaucoup mieux, comme je le montrais tout à l'heure, à une autre influence, plus dangereuse à mon avis, à savoir l'action prolongée de la chaleur solaire qui accompagne les rayons de lumière introduits dans nos appareils. Ce sont, je crois, les mesures héliométriques qui en ressentiront le plus les inconvénients, surtout quand il s'agira de mettre artificiellement en contact les bords du Soleil et de la planète. A mon avis, la méthode photographique est supérieure, et je me ferais un titre de l'avoir signalée le premier à l'attention des astronomes, s'il pouvait y avoir quelque mérite à concevoir une idée simple.

» Cependant cette idée n'a pas paru toujours aussi frappante qu'aujourd'hui. En 1858 on n'a guère accordé à nos premiers résultats qu'un intérêt passager; on ne prévoyait pas alors que nous verrions bientôt une trentaine de photographes prendre part, et peut-être la plus grande part, aux expéditions organisées par les nations civilisées pour l'observation du passage de Vénus. La Photographie a donc décidément pris pied dans le domaine de l'Astronomie; nous aurions pris plaisir à rappeler à Brighton que nous avons contribué par nos efforts à amener ce résultat. »

BOTANIQUE. — *Structure des hétérogènes; par* **M. Th. Lestiboudois.**

« Après avoir exposé les caractères généraux des hétérogènes, il nous reste à voir quelles sont les particularités que les formations extralibériennes présentent dans chaque famille. Parmi les Gymnospermes, les *Cycadées* et les *Gnétacées* nous en montrent des types remarquables.

» *Cycadées*. — Leur structure a été bien diversement appréciée : Rumphius, de Jussieu, Ventenat, Desfontaines les placent parmi les Fougères. Hugo Mohl pense que leur structure se rapproche de celle de ces plantes ; il suppose à tort que leur tige ne croît que par le sommet; Linné les

inscrit tantôt parmi les Fougères, tantôt parmi les Palmiers; Rheede les avait rangées parmi ces derniers; Gærtner croit que leur embryon est monocotylédoné; Cl. Richard et R. Brown reconnaissent qu'il est dicotylédoné, mais que la structure de leur tige est celle des monocotylédonés; Persoon place les Cycadées entre les Fougères et les Palmiers; Dupetit-Thouars est d'avis qu'elles n'ont de rapport avec aucun groupe connu; enfin M. Brongniart a établi que leur structure est celle des dicotylédonés.

» Nous avons, le premier (*Comptes rendus*, t. LI, p. 631), reconnu que les Cycadées devaient être rangées parmi les plantes qui peuvent présenter des productions extralibériennes, et nous avons signalé les particularités qui les distinguent.

» Nous nous contenterons donc de rappeler que leur tige dans le jeune âge est bulbiforme, c'est-à-dire qu'elle est subglobuleuse, recouverte d'écailles qui cachent un bourgeon; mais, à la différence des plantes bulbeuses monocotylédonées, elle se termine inférieurement par une grosse racine pivotante qui produit de fortes ramifications.

» Intérieurement, la tige présente un centre médullaire entouré par des faisceaux rangés circulairement, et composés d'une partie ligneuse et d'une partie corticale séparées par une zone transparente; en se développant, la tige va en s'évasant supérieurement, et lorsqu'elle a acquis un diamètre plus ou moins considérable, elle devient cylindrique; elle produit des feuilles dures, pinnées, persistantes, circinales comme celles des Fougères; leurs bases, qui recouvrent la tige, restent en partie vivantes quand la feuille est déjà séchée et détruite; elle rappelle un peu le phyllophore des Conifères. La vie abandonne peu à peu le sommet de la partie persistante des feuilles, qui se convertit en suber, divisé en écailles par des lignes de couleur et de consistance particulière, comme le suber d'un grand nombre d'écorces, ce qui montre bien que le suber n'est point formé par une zone spéciale du système cortical, puisqu'ici il est formé par le système ligneux aussi bien que par l'écorce.

» Ces feuilles, comme le plus grand nombre de celles des Conifères, n'ont pas de bourgeons axillaires. Quand le bourgeon terminal est détruit, il se forme des bourgeons adventifs, soit sous la partie frappée de mort, soit vers le collet de la plante.

» Dans la tige développée, les faisceaux fibrovasculaires se sont accrus et multipliés; ils restent composés d'une partie ligneuse et d'une partie corticale, parfaitement en regard l'une de l'autre, et séparées par une zone d'accroissement bien distincte. Dans cette zone se sont produites de nou-

velles fibres ligneuses sur la face extérieure du bois, de nouvelles fibres corticales sur la face intérieure de l'écorce; ces fibres se continuent manifestement sur les racines. Les faisceaux fibrovasculaires se sont ainsi accrus en épaisseur; ils sont divisés et subdivisés par des rayons et des prolongements médullaires qui sont fort étroits et pénètrent de moins en moins dans le bois et dans l'écorce. Les faisceaux primitifs, de volume inégal, sont séparés par des rayons médullaires plus larges.

» La moelle conserve un grand diamètre; elle contient des faisceaux fibrovasculaires dans le Zamia; elle n'en contient pas dans le Cycas. Dans un Dioon, j'ai vu des faisceaux intérieurs qui se détachaient d'un côté de la tige et traversaient la moelle pour se rendre au côté opposé et se souder au bord d'une fente qui divisait accidentellement le tronc.

» La zone d'accroissement est composée de tissus peu consistants, de sorte que le système cortical est facilement séparable du système ligneux. Lorsqu'ils sont séparés, leurs surfaces montrent que leurs faisceaux sont flexueux et qu'ils se soudent et se séparent à de faibles distances.

» En dehors des faisceaux, le parenchyme de l'écorce prend un grand développement; il est composé, comme la moelle, d'utricules très-grands, pleins de grains de fécules volumineux, et d'utricules pleins de grains très-petits, souvent animés d'un mouvement de trépidation très-vif. Le tissu de ces deux parties contient un grand nombre de lacunes remplies d'un sac gommeux et analogue aux lacunes résineuses des Conifères.

» Les fibres qui s'échappent des faisceaux pour constituer les feuilles traversent obliquement le parenchyme et s'y divisent; arrivées à la périphérie, elles se contournent et s'anastomosent, de sorte qu'elles offrent cette disposition singulière, de ne point se rendre directement aux feuilles. Dans le pétiole, elles sont rangées dans un ordre qui rappelle celui qu'on rencontre dans les Fougères : elles sont placées suivant une ligne courbe qui suit le contour inférieur du pétiole; à une certaine hauteur, les deux côtés de cette ligne s'infléchissent vers la partie centrale, remontent verticalement, puis se portent horizontalement en dehors, en s'infléchissant.

» La partie ligneuse des faisceaux de la tige est composée de séries de vaisseaux constituant des lames composées d'une seule ou de plusieurs rangées de tubes vasculaires séparés par les lignes médullaires secondaires.

» Les premiers vaisseaux des faisceaux ligneux sont des trachées et des vaisseaux fendus, dont les lames sont plus ou moins serrées, plus ou moins soudées; puis viennent des vaisseaux allongés, incolores, à parois assez épaisses, à pores fort grands, auréolés, qui correspondent parfois à ceux des

vaisseaux voisins, et constituent, en joignant leurs orifices évasés, de petites cavités lenticulaires. Ces vaisseaux s'unissent par des extrémités transversales ou un peu obliques, de sorte qu'ils paraissent articulés. Ils sont tout à fait semblables aux tubes à pores auréolés des Conifères, qu'on a regardés comme des utricules poreux, parce qu'ils sont courts; mais dans les Cycadées, leur longueur est considérable; cette raison, qui s'ajoute à celles tirées de leur conformation générale, doit faire considérer ces tubes comme appartenant au système vasculaire.

» Le système central ne contient aucun clostre à parois épaisses, à extrémités effilées, qu'on puisse comparer à ceux de la zone dense qui constitue la partie extérieure de chacune des couches des Conifères. Le système central est ainsi d'un aspect uniforme, et les productions annuelles ne constituent pas des couches circulaires distinctes les unes des autres.

» La partie corticale des faisceaux est formée de fibres qui ne se distinguent pas par leur couleur du tissu utriculaire environnant; elles sont d'un petit diamètre et ont des parois relativement épaisses, qui présentent des perforations très-fines, irrégulièrement disséminées. Ces fibres sont disposées en séries séparées par des prolongements médullaires qui sont inégaux et qui correspondent aux rayons médullaires.

» Les faits qui viennent d'être exposés établissent d'une manière irréfragable que la structure des Cycadées est celle des Dicotylédonés : elles ont des faisceaux fibrovasculaires dont les interstices d'accroissement s'unissent en une zone circulaire, qui durant une période prolongée forme en dehors de nouvelles fibres corticales, en dedans de nouveaux vaisseaux ligneux, et qui sépare ainsi tous les éléments corticaux et tous les éléments ligneux en deux systèmes distincts. Si Cl. Richard et R. Brown ont pu considérer leur tige comme ayant l'organisation des Monocotylédonés, c'est parce que leur partie centrale est occupée par une moelle très-développée; que dans quelques espèces elle contient un grand nombre de faisceaux vasculaires arrondis, épars; qu'enfin, tous les tissus étant d'apparence semblable, on distingue peu ou point les couches ligneuses et les rayons médullaires.

» Les Cycadées conservent longtemps la structure normale des Dicotylédonés. Mais à une époque, souvent tardive, elles prennent, au moins dans quelques espèces, le caractère qui distingue les hétérogènes; elles produisent des faisceaux fibrovasculaires extralibériens. Cette disposition n'a pas été reconnue; on a constaté toutefois que les vieux troncs présentaient un certain nombre de zones séparées, le Cycas figuré par Rheede (*Hort. Malab.*, t. III, pl. 13 à 20) en avait sept; celui qu'a dessiné M. Brongniart

en avait deux ; un Zamia que j'ai étudié en avait quatre ; un vieux Cycas avait un deuxième cercle commençant.

» La formation de ces zones restait inexpliquée; les uns demandaient si elles ne représentaient pas des couches ligneuses, quoique leur nombre ne répondît pas au nombre d'années des troncs qui en étaient pourvus; les autres, si ces zones ne correspondaient pas aux époques de floraison, quoiqu'il fût aisé de constater que les vieux troncs avaient eu un nombre de floraisons plus grand que celui des zones qui entraient dans leur composition. La véritable structure de ces plantes peut être mise hors de contestation par les observations suivantes : Les zones concentriques, qui se montrent après la dessiccation, sont séparées par une solution de continuité circulaire; celle-ci est l'indice de la ténuité du tissu dans lequel elle s'est formée; elle fait donc présumer que les lignes circulaires de ce tissu sont des zones d'accroissement appartenant à des formations successives.

» Si l'on examine avec soin les zones placées entre les fentes circulaires, on ne tarde pas à reconnaître qu'elles présentent des dispositions particulières : la plus intérieure, en contact avec la moelle, est formée de faisceaux allant en s'élargissant vers l'extérieur comme le font les faisceaux ligneux ordinaires; on peut donc croire qu'elle représente la première formation ligneuse. Les trois zones qui suivent, dans le Zamia que j'ai observé, ont les rayons médullaires principaux élargis à leur partie moyenne, parce que leurs faisceaux sont composés de deux portions: une interne, qui va en s'élargissant du côté intérieur comme un faisceau cortical; l'autre externe, qui va en s'élargissant du côté extérieur, comme un faisceau ligneux; on a donc raison de penser que chacune de ces zones est composée d'un cercle intérieur formé des faisceaux corticaux de la formation ligneuse dont elle est séparée par une fente circulaire, et d'un cercle extérieur représentant une nouvelle formation ligneuse, extralibérienne, restant unie aux faisceaux corticaux de la formation qui l'a précédée ; enfin, en dehors de la dernière zone est un cercle de faisceaux fibreux, en contact avec le parenchyme, et s'élargissant du côté intérieur, comme un faisceau cortical, et représentant l'écorce de la dernière formation extralibérienne.

» L'étude microscopique des tissus démontre que telle est véritablement la nature des parties diverses que nous venons d'énumérer, on peut constater avec une extrême facilité que le cercle de faisceaux qui touchent la moelle est exclusivement formé de vaisseaux trachéens (trachées, vaisseaux fendus, vaisseaux à pores auréolés). La zone qui est placée en dehors de ce premier cercle a sa partie intérieure composée de faisceaux exclusivement formés

de fibres libériennes bien caractérisées, c'est-à-dire allongées, transparentes, à parois assez épaisses, un peu cribreuses, à extrémités ou effilées ou obtuses, ou limitées par une ligne transversale; elles ont donc bien les caractères des fibres corticales, et représentent l'écorce de la première formation; la partie extérieure de cette zone, au contraire, est formée de vaisseaux trachéens fendus ou à pores auréolés. C'est donc une formation ligneuse placée en dehors du premier liber, c'est une formation extralibérienne. Les zones suivantes sont formées d'une manière analogue: elles ont une partie intérieure constituant l'écorce de la formation ligneuse dont elle est séparée par une solution de continuité et d'une partie extérieure qui est le bois d'une autre formation extralibérienne; enfin le dernier cercle qui est uni au parenchyme est composé de fibres corticales : c'est l'écorce de la dernière formation extralibérienne; elle se trouvera séparée du parenchyme quand une nouvelle formation ligneuse se constituera en dehors du dernier cercle libérien.

» Le Cycas très-âgé que nous avons étudié avait en dehors de la formation normale un cercle de faisceaux séparé des premières fibres corticales par une zone utriculaire. Ces faisceaux étaient encore très-petits, mais ils étaient formés, comme les zones du Zamia, d'une partie ligneuse touchant les fibres libériennes de la formation normale et d'une portion libérienne placée en dehors; la partie ligneuse était formée de vaisseaux à pores allongés ou arrondis, auréolés; la partie corticale était formée de fibres transparentes à parois épaisses, à cavité présentant des rétrécissements et des dilatations.

» C'est donc très-tardivement que dans les Cycadées les formations extralibériennes sont créées; on n'a pas encore constaté d'une manière précise si les premières formations continuent de s'accroître quand les plus extérieures sont apparues; toujours est-il certain que la zone d'accroissement des premières est encore peu consistante, puisqu'elle se déchire par dessiccation dans toutes les formations. Quoi qu'il en soit, on constate sûrement que les formations successives sont formées en dehors du liber des formations précédentes, puisque la zone libérienne de chacune d'elle se reconnaît de la manière la plus indubitable par la structure des fibres qui la composent.

» *Gnétacées.* — Cette famille offre comme celle des Cycadées des exemples de formations extralibériennes, mais elle en diffère parce que les zones corticales de chaque formation se distinguent très-nettement des zones ligneuses entre lesquelles elles sont interposées. J'ai étudié des échantillons

du *Gnétum* non déterminé qui a été figuré dans les ouvrages de MM. de Jussieu et Cl. Richard ; j'y ai observé les particularités suivantes : leur première formation est composée de faisceaux ligneux pâles, étroits, disposés circulairement autour de la moelle, séparés par des rayons médullaires, et correspondant à des faisceaux corticaux ; les faisceaux ligneux sont formés de vaisseaux poreux auréolés, fendus, etc., de diamètres fort divers, et d'utricules tantôt étroits, vides ou contenant des granules jaunâtres, tantôt plus élargis pleins de matière jaune; les faisceaux corticaux sont formés de fibres transparentes, aiguës ou obtuses; les extérieures sont réunies en faisceaux dont la coupe affecte la forme d'un croissant : elles sont jaunâtres, à parois épaisses, à cavité punctiforme présentant des dilatations; les fibres intérieures ou celles qui se rapprochent des faisceaux ligneux deviennent de plus en plus minces, séparées par du tissu utriculaire qui se déchire facilement par dessiccation, de sorte qu'elles sont alors isolées ou disposées en lames distinctes.

» En dehors des faisceaux corticaux de la première formation, est une zone de parenchyme; puis apparaît une deuxième formation composée comme la première, et entourée elle-même de formations analogues qui sont successivement créées en dehors des faisceaux libériens de celles qui les ont précédées. Les premières sont ordinairement circulaires ; les plus extérieures sont souvent sinueuses, d'épaisseur inégale, parfois divisées en îlots, parce que l'écorce d'une portion ligneuse reste adhérente à l'écorce de la formation précédente; parfois elles sont incomplètes, les formations nouvelles ne s'étendant que sur une partie de la circonférence. Cette particularité rend la moelle excentrique; les formations nouvelles manquent particulièrement aux points où une tige est pressée par une autre tige. Les faisceaux des formations extérieures sont de plus en plus petits ; ceux qui touchent le parenchyme voisin de l'épiderme sont souvent à peine perceptibles. Cette disposition, qui montre que l'accroissement des différentes formations se continue pendant un certain temps après la formation de faisceaux extérieurs, est tout à fait caractéristique.

» En dehors des faisceaux fibrovasculaires est un parenchyme formé d'utricules à parois minces, au milieu desquelles sont des amas d'utricules blanchâtres, à parois épaisses, à cavité punctiforme. Ceux des amas qui sont intérieurs sont réunis en zone continue; c'est à leur contact que s'engendrent les nouveaux faisceaux extralibériens, qui d'abord ne forment qu'une ligne presque imperceptible ; ils finissent par se détacher de la zone blanche comme un arc plus ou moins épais ; il semblerait que c'est le tissu

blanc qui se transforme lui-même en tissu ligneux. Dans les arcs détachés, on voit, en effet, des parties de tissu blanc incomplétement transformées, dont les parois se sont amincies, d'autres n'ayant encore éprouvé aucune transformation ; les fibres corticales se forment en dehors des parties de tissu blanc détachées de la zone.

» En dehors de la zone continue, les amas de tissus blancs sont disséminés sans ordre dans un tissu utriculaire brunâtre, dans lequel on trouve quelques fibres analogues aux fibres corticales.

» Enfin la zone extérieure du parenchyme est noire, dense, et contient aussi des fibres.

» La présence des fibres dans le parenchyme constitue un caractère assez singulier qu'on retrouve dans quelques autres hétérogènes, et qu'on peut expliquer, soit en admettant que la zone extérieure aux premiers faisceaux corticaux avait la conformation du tissu fibreux, soit en admettant que toutes les formations extralibériennes ne se sont pas formées en dehors des fibres les plus extérieures des écorces qui les ont précédées. C'est l'étude sur les plantes vivantes qui expliquera l'origine de ces fibres.

» J'ai étudié deux autres espèces de *Gnetum*, l'une reçue de Touranne (*Mus.*, n° 361), l'autre de Cochinchine, sans localité indiquée (*Mus.*, n° 362), dont les tissus sont bistrés, tirant moins sur le rougeâtre que ceux de la précédente. Elles présentent absolument la même structure que celle qui vient d'être décrite. J'ai particulièrement constaté que leurs écorces intermédiaires contenaient des fibres libériennes, analogues à celles qu'on voit à la périphérie, et présentant tous les passages entre celles qui ont des cavités punctiformes et celles qui ont des parois très-minces. Dans le numéro 362, la zone blanche du parenchyme extérieur est plus mince, flexueuse, quelquefois interrompue; les fibres placées en dehors de cette zone sont plus nombreuses que dans les autres espèces. L'échantillon que j'ai étudié avait la moelle fort excentrique, parce que le plus grand nombre de formations extralibériennes formaient des arcs de cercle situés sur un seul côté de la tige.

» *Pipérinées*. — Parmi les familles *apétalées*, les *Pipérinées* m'ont offert un exemple remarquable des productions extralibériennes : le *Piper Sysiboa* a des faisceaux intramédullaires, qui ont cela de particulier, qu'ils sont allongés, triangulaires et divisés par des rayons médullaires, comme ceux d'un cercle ligneux; ils sont distribués irrégulièrement, ayant leur pointe généralement dirigée vers l'extérieur; ils semblent les faisceaux d'une formation circulaire dont la régularité a été troublée. Autour de la

moelle se trouve un cercle ligneux composé de faisceaux allongés, un peu triangulaires, séparés par des rayons semblables à la moelle et parsemés comme elle de points rougeâtres. Ces faisceaux sont subdivisés par des rayons qui ne pénètrent pas jusqu'à la moelle; ils sont entourés par une première écorce composée 1° de faisceaux libériens peu distincts, séparés par des prolongements médullaires correspondant aux rayons médullaires, et 2° d'un parenchyme semblable à la moelle. En dehors de ce parenchyme est un deuxième cercle ligneux, composé de faisceaux semblables à ceux du premier cercle, et d'une deuxième écorce composée comme la première. Les faisceaux du premier cercle ligneux ont intérieurement des trachées, puis des vaisseaux d'un diamètre de plus en plus grand, munis de fentes transversales très-allongées; les faisceaux intramédullaires sont munis de trachées; les faisceaux de la deuxième formation ont intérieurement des vaisseaux à fente spiralée, mais je n'ai pas vu leur lame se dérouler. Les faisceaux de la première écorce sont composés de fibres longues, minces, transparentes, et d'un parenchyme dans lequel on distingue des utricules à parois minces, remplis de grains très-gros, et des amas d'utricules remplis d'une matière jaune dans les coupes minces, et qui constitue les points rougeâtres qu'on voit à l'œil nu.

» Un *Piper*, sans nom, assez âgé, m'a offert une moelle dans laquelle étaient dispersés des faisceaux arrondis, composés de tissus ligneux et de vaisseaux poreux ou à lames spiralées, et autour de la moelle un corps ligneux, dense, olivâtre, très-pâle, uniforme, ne montrant aucune trace de séparation entre les couches, formé de faisceaux séparés par des rayons médullaires, larges ou assez étroits, s'élargissant au dehors; ces faisceaux, subdivisés par des rayons qui ne pénètrent pas jusqu'à la moelle, sont composés de fibres ligneuses, longues, aiguës, très-poreuses, et de vaisseaux en petits groupes arrondis, disposés en séries linéaires; ces vaisseaux ont un diamètre variable; leurs pores sont arrondis et non allongés transversalement; les utricules des rayons ont généralement des parois assez épaisses et poreuses; l'écorce mince, ne contient aucune production ligneuse extralibérienne. »

M. Pasteur fait hommage à l'Académie de la seconde édition de son ouvrage intitulé « Études sur le vin ».

La première édition, tirée à trois mille exemplaires, cependant, ayant été promptement épuisée, l'auteur a dû s'occuper d'en publier une seconde.

Il y a fait entrer, à leur place, toutes les observations nouvelles dont le

sujet s'est enrichi. L'ouvrage est divisé en quatre parties; la troisième, qui intéresse surtout la pratique, est presque complétement nouvelle.

Dans la première, l'auteur passe en revue les principales maladies du vin : l'acescence, la maladie des vins tournés, de la graisse, de l'amertume; après avoir montré combien les opinions vulgaires sur les causes de ces maladies sont vagues et peu fondées, il prouve que chacune d'elles est la conséquence de la vie et du développement d'un organisme spécial qui en est le signe distinctif.

Dans la deuxième, il prouve que le vieillissement du vin, sous ses aspects divers, est dû à l'action directe, lente et continue de l'oxygène de l'air sur les principes de ce liquide; il montre comment, en disposant de cet agent, on peut obtenir toutes les variétés de vin, avec le même moût de raisin, et dans quel sens il faut modifier les recettes de la pratique pour obtenir ces transformations plus sûrement et plus rapidement.

La troisième, rédigée par M. Raulin, contient ce qui a rapport à l'application du chauffage à la conservation et à l'amélioration des vins; un historique complet de la question; les résultats des expériences propres à former la conviction; enfin la description des appareils industriels de chauffage.

Dans une quatrième partie, l'auteur a rassemblé les notes et les documents.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Théorie élémentaire des intégrales doubles et de leurs périodes.* Mémoire de M. MAX. MARIE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« La question des périodes des intégrales doubles est résolue depuis 1851; j'en ai présenté en 1853 la solution à l'Académie des Sciences, qui l'a approuvée l'année suivante, sur le rapport de MM. Cauchy et Sturm, et mon Mémoire a paru en 1859 dans le *Journal de Mathématiques*. La théorie des intégrales doubles, prises entre limites imaginaires, aurait donc pu devenir classique depuis longtemps.

» Mais cette théorie reposait sur des considérations de géométrie supérieure qui ont paru exiger, pour être comprises, encore plus d'efforts que celles qui m'avaient servi à établir la théorie des intégrales simples, et les analystes, quoiqu'ils n'aient pas réussi depuis à découvrir un moyen d'aborder la théorie des intégrales doubles, se sont simplement abstenus.

» Il est résulté de là que, relativement aux intégrales doubles, l'enseignement est resté tel qu'il pouvait être en 1840.

» Comme il importe que la jeunesse ne reste pas plus longtemps privée d'un enseignement utile, je crois devoir faire, pour la théorie des intégrales doubles, ce que j'ai fait dans le Mémoire précédent pour la théorie des intégrales simples, la dégager de toutes considérations géométriques, au risque d'en diminuer l'intérêt.

» Je donnerai pour traiter la question deux méthodes, l'une qui ne sera que l'ancienne présentée sous une autre forme, à l'aide d'un théorème nouveau; l'autre qui sera celle que Cauchy aurait sans doute fini par trouver, s'il eût vécu quelques années de plus.

» Le mode adopté par Cauchy pour figurer la marche d'une variable imaginaire ne pouvait pas être imité dès qu'on avait à considérer seulement deux variables indépendantes. C'est ce qui explique pourquoi ni Cauchy ni les partisans de sa méthode n'ont pu aborder la théorie des intégrales doubles. Toutefois, on a pu remarquer, à la lecture du Mémoire précédent, que ce mode de représentation n'a rien d'essentiel, puisqu'il a été possible, sans y recourir, d'exprimer les mêmes idées que Cauchy, dans un langage analogue.

» On verra en effet que la théorie de Cauchy pouvait être étendue aux intégrales doubles.

» On disposera donc dorénavant de trois méthodes pour traiter la question des intégrales doubles, et, quand même ce serait celle de Cauchy qui obtiendrait la préférence, je serai heureux d'avoir aidé ses partisans à en développer l'usage, si une théorie de première importance cesse d'être laissée à l'écart.

Première partie. — *Définition et évaluation d'une intégrale double prise entre limites imaginaires.*

» Une des difficultés de la théorie des intégrales doubles, telles que

$$\Sigma z\, dx\, dy,$$

où z est une fonction de deux variables imaginaires x et y, est de définir la suite double des éléments dont elle se compose. Si z est défini par une équation

$$f(x, y, z) = 0,$$

et que l'on représente x par $\alpha + \beta\sqrt{-1}$, y par $\alpha' + \beta'\sqrt{-1}$ et z par $\alpha'' + \beta''\sqrt{-1}$, l'équation $f = 0$ donnera bien deux relations entre les six

variables $\alpha, \beta, \alpha', \beta', \alpha'', \beta''$, mais quatre d'entre elles resteront indépendantes.

» Pour délimiter l'intégrale, il faudrait introduire deux nouvelles relations entre α, β, α' et β', de manière à rendre z fonction de α et de β seulement par exemple. Mais il faudrait ensuite transformer l'intégrale, ce qui amènerait de grandes complications. On évitera cette difficulté de la manière suivante :

» Supposons qu'on ait choisi les deux équations

$$\varphi(\alpha, \beta, \alpha', \beta') = 0, \quad \varphi_1(\alpha, \beta, \alpha', \beta') = 0,$$

qui doivent déterminer la série des éléments $z\,dx\,dy$ que l'on veut sommer, la somme de ces éléments sera

$$\begin{aligned} I &= \Sigma(\alpha'' + \beta''\sqrt{-1})(d\alpha + d\beta\sqrt{-1})(d\alpha' + d\beta'\sqrt{-1}), \\ &= \Sigma(\alpha'' d\alpha d\alpha' - \alpha'' d\beta d\beta') - \Sigma(\beta'' d\alpha d\beta' + \beta'' d\beta d\alpha'), \\ &+ \sqrt{-1}\,\Sigma(\alpha'' d\alpha d\beta' + \alpha'' d\beta d\alpha') + \sqrt{-1}\,\Sigma(\beta'' d\alpha d\alpha' - \beta'' d\beta d\beta'). \end{aligned}$$

Concevons les quatre surfaces dont les coordonnées (x, y, z) seraient $\alpha + \beta$, $\alpha' + \beta'$ et $\alpha'' + \beta''$ pour la première; $\alpha - \beta$, $\alpha' - \beta'$ et $\alpha'' - \beta''$ pour la seconde; α, α' et α'' pour la troisième; β, β' et β'' pour la quatrième; et soient V, V', V_1 et V'_1 les volumes compris entre ces surfaces et le plan des x, y. Ces volumes seront représentés par

$$\begin{aligned} V &= \Sigma(\alpha'' + \beta'')(d\alpha + d\beta)(d\alpha' + d\beta'), \\ V' &= \Sigma(\alpha'' - \beta'')(d\alpha - d\beta)(d\alpha' - d\beta'), \\ V_1 &= \Sigma\alpha'' d\alpha\, d\alpha', \\ V'_1 &= \Sigma\beta'' d\beta\, d\beta'; \end{aligned}$$

on tire aisément de là

$$I = -\frac{V + V'}{2} + 2V_1 + \sqrt{-1}\left(\frac{V - V'}{2} - 2V'_1\right).$$

La suite des solutions considérées de l'équation

$$f(x, y, z) = 0$$

étant définie, on pourra se procurer les coordonnées d'autant de points que l'on voudra des quatre surfaces, ce qui permettrait d'évaluer avec tel degré d'approximation que l'on voudrait, par excès et par défaut, les volumes V, V', V_1 et V'_1; mais on pourra toujours obtenir les équations de ces quatre

surfaces par des éliminations faciles à apercevoir. Nous les désignerons par

$$\varphi' = 0, \quad \varphi'_1 = 0, \quad \psi = 0 \quad \text{et} \quad \psi_1 = 0.$$

Si l'équation $f = 0$ a tous ses coefficients réels et qu'on en considère la suite de solutions imaginaires conjuguées des précédentes, il y correspondra une valeur I' de l'intégrale $\Sigma z\, dx\, dy$, qui sera représentée en fonction des mêmes volumes par

$$I' = -\frac{V + V'}{2} + 2V_1 - \sqrt{-1}\left(\frac{V - V'}{2} - 2V'_1\right).$$

» Il ne reste qu'à indiquer comment on pourra fixer les limites de l'intégrale : ce sera, soit en se donnant une condition

$$\lambda(\alpha, \beta) = 0,$$

qui devrait être remplie par les valeurs extrêmes de α et de β, soit l'équation

$$\lambda'(x, y) = 0$$

de la projection sur le plan des x, y du contour de la portion de la surface $\varphi' = 0$ à laquelle devrait correspondre le volume V; on en conclura en effet les équations des projections sur le même plan des x, y des contours correspondants des portions des autres surfaces $\varphi'_1 = 0$, $\psi = 0$ et $\psi_1 = 0$, auxquelles répondront les volumes V', V_1 et V'_1; car il est facile de voir que les quatre surfaces se correspondent point par point. En effet, si l'on se donne par exemple $\alpha + \beta$ et $\alpha' + \beta'$, l'équation $\varphi' = 0$ fournira $\alpha'' + \beta''$, et les trois équations $f = 0$ et $\varphi'_1 = 0$ achèveront de déterminer α, β, α', β', α'' et β''. »

M. Ch. Tellier adresse une Note concernant la détermination du zéro des thermomètres.

L'auteur pense que la différence, si souvent constatée, entre le zéro des thermomètres et la température de la glace fondante doit être souvent attribuée, non pas à une modification de l'enveloppe, se produisant après la construction, mais à ce que, dans l'opération même de la détermination du zéro de l'échelle, l'eau de fusion peut être à une température un peu plus élevée que la glace elle-même. Cette interprétation lui paraît confirmée par les observations qu'il a faites sur sept thermomètres, sortant des ateliers des meilleurs fabricants, et sur lesquels les différences, toujours *en plus*, ont varié de 0°,1 à 0°,4. M. Tellier propose de substituer, à la méthode ordinairement employée pour déterminer le zéro, une méthode qui con-

sisterait à placer les instruments dans une masse d'eau préalablement refroidie à quelques degrés au-dessous de zéro, et à produire ensuite la congélation, soit en ajoutant une parcelle de glace, soit en déterminant un choc brusque sur le fond du vase : la température remonte alors exactement à zéro.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. G. **Albert**, M. **Vilany** adressent des Communications relatives à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

MM. **Élie de Beaumont**, **Dumas**, **Fizeau** sont désignés pour remplacer, dans la « Commission des passages de Vénus, » MM. *Laugier*, *Vaillant*, *Delaunay*, décédés.

CORRESPONDANCE.

M. A. **David**, missionnaire lazariste en Chine, nommé Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse de Pékin ses remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le « Compte rendu administratif et financier des opérations effectuées pour la mouture des grains pendant le siége de Paris. »

M. **Husnot** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le 7e fascicule des « Mousses de France. »

MÉTALLURGIE. — *Nouveau procédé d'extraction des métaux précieux contenus dans les pyrites cuivreuses; par* M. **Fréd. Claudet**.

« Les pyrites cuivreuses d'Espagne et de Portugal contiennent toutes une proportion d'argent et d'or, mais tellement minime, qu'on ne supposait pas qu'on pût les en extraire avec avantage; les analyses les plus minutieuses l'avaient fait évaluer de 0,0020 à 0,0028 pour 100, soit 20 à 28 grammes d'argent dans une tonne de pyrites qui ont été brûlées, c'est-à-dire qui ont donné leur soufre pour la fabrication de l'acide sulfurique; mais, si faible que soit cette proportion, comme la consommation de l'acide sulfurique a porté l'importation des pyrites à 4 et 500 000 tonnes par an

et ne cesse de s'accroître, il ne m'a pas semblé impossible de retirer avec profit les milliers de kilogrammes de métaux précieux contenus dans ces pyrites.

» Les pyrites cuivreuses brûlées étaient, dans le principe, vendues aux fondeurs de minerais de cuivre, qui les employaient comme flux pour la fonte des minerais quartzeux; mais alors tout le fer qui constitue la presque totalité de la pyrite se trouvait perdu. Depuis qu'on opère l'extraction du cuivre par voie humide, et qu'on a appliqué ce traitement aux pyrites d'Espagne et de Portugal, le soufre, le cuivre et le fer de la pyrite se trouvent utilisés; je suis parvenu à trouver un procédé avantageux pour séparer aussi l'argent et l'or. Ce procédé est fondé sur ce fait, que l'iodure d'argent est presque complétement insoluble dans une solution de chlorure de sodium, à la température ordinaire.

» C'est dans l'usine que nous avons fondée, M. J. Phillips et moi, à Widnes, près de Liverpool, pour l'extraction du cuivre des résidus de pyrites, qu'a été faite l'application de mon procédé, dont je vais donner la description sommaire.

» Le minerai ayant été broyé, tamisé, puis grillé dans un four à réverbère à basse température, avec addition de chlorure de sodium, est placé dans une grande cuve à double fond, formant filtre, où il subit plusieurs lavages à l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique : ces eaux de lavage contiennent le sulfate de soude et le chlorure de cuivre qui s'est formé dans l'opération du grillage; elles contiennent aussi le chlorure d'argent qui a dû se former. Quand il ne s'agit que d'extraire le cuivre, on coule ces eaux de lavage dans d'autres cuves, dans lesquelles on a mis préalablement des fragments de fer; il se forme ainsi du chlorure de fer, et le cuivre se précipite à l'état métallique, entraînant avec lui la faible quantité d'argent du minerai qui se trouvait dissous dans les eaux. Le précipité de cuivre est ensuite fondu et raffiné, pour l'amener à l'état de *cuivre marchand*.

» Pour la mise en œuvre de mon procédé de séparation des métaux précieux, je prends les eaux des trois premiers lavages, que j'ai reconnues contenir 95 pour 100 de tout l'argent dissous; on les coule dans une citerne en bois, où on les laisse reposer pour en séparer les substances solides entraînées; on fait passer les eaux éclaircies dans une autre cuve, après les avoir titrées; puis on y verse la quantité d'iodure de potassium reconnue nécessaire par l'essai, dissoute dans une quantité d'eau égale au dixième environ de la quantité de liqueur cuivreuse; on agite tout le liquide, puis on laisse reposer pendant quarante-huit heures; la liqueur surna-

geante est alors claire; on la soutire, on remplit de nouveau la cuve pour répéter l'opération, et ainsi de suite (1). Chaque quinzaine, on recueille tout le dépôt qui s'est accumulé; il est principalement composé de sulfate de plomb, d'iodure d'argent et de sels de cuivre; ces derniers sont facilement séparés par un lavage à l'acide chlorhydrique faible. Le dépôt, ainsi débarrassé des sels de cuivre, est décomposé par du zinc métallique, qui, en présence de l'eau, réduit complétement et rapidement l'argent, en s'unissant à l'iode et formant de l'iodure de zinc soluble. Il s'est ainsi produit : 1° de l'iodure de zinc soluble, qui, séparé par filtration, est titré et employé en substitution d'iodure de potassium dans les opérations subséquentes; 2° un dépôt riche en argent, composé en grande partie de plomb à l'état métallique et à l'état de sulfate, et contenant en outre diverses substances, dont l'analyse suivante d'un échantillon desséché peut être donnée comme exemple :

Argent	5,95
Or	0,06
Plomb	62,28
Cuivre	0,60
Oxyde de zinc	15,46
Oxyde de fer	1,50
Chaux	1,10
Acide sulfurique	7,68
Résidu insoluble	1,75
Oxygène et perte	3,62
	100,00

» L'or existait donc aussi dans le minerai; il paraîtrait que, dans l'opération du grillage, il se forme du chlorure d'or, qui, rendu plus stable par la présence du chlorure de sodium, n'est pas réduit à la basse température de ce grillage; il entre ensuite en dissolution avec l'argent, et, comme lui, se trouve précipité par l'iode.

» Il est maintenant facile de séparer de ce produit les métaux précieux, par les procédés ordinaires employés par les fondeurs qui traitent les matières d'or et d'argent.

» L'application de ce procédé, dans notre usine de Widnes, a porté,

(1) Ces liqueurs que l'on soutire contiennent encore une faible quantité d'argent dissous, environ 5 grammes par mètre cube; car, comme nous l'avons dit, l'iodure d'argent n'est pas absolument insoluble dans ces eaux. Il est à peine nécessaire d'ajouter qu'elles rentrent ensuite dans le travail ordinaire de l'extraction du cuivre.

pour l'année 1871, sur 16300 tonnes de minerai brûlé, dont on a extrait :

Argent	$333^{kg},242$	représentant un peu plus de 20 grammes
Or....................	$3^{kg},172$	de métaux précieux par tonne,

et a produit 80800 francs, déduction faite des frais d'affinage.

» La dépense spéciale à la séparation des métaux précieux s'est élevée à 10400 francs, et a été ainsi couverte par la valeur seule de l'or. Dans cette dépense sont compris 137 kilogrammes d'iode, représentant la perte de cette substance.

» Cette dépense d'iode, déjà assez élevée, est devenue plus considérable par l'augmentation anormale du prix de ce produit, et a appelé mon attention sur l'emploi direct que l'on pourrait faire des lessives des cendres de varech, au lieu d'iodure de potassium. Les expériences récentes que nous avons faites ont répondu à mon attente; non-seulement nous sommes parvenus à utiliser par ce moyen tout l'iode qui est contenu dans ces varechs, et dont une grande partie, comme on le sait, est perdue aujourd'hui ; mais ces essais m'ont suggéré l'idée d'une opération inverse, dont je m'occupe pour fabriquer l'iode, et qui consiste à précipiter ce métalloïde des lessives de varech, au moyen d'un sel d'argent.

» Cette extraction, de 20 grammes de métaux précieux par tonne de pyrites brûlées, n'est pas considérable; mais, quand elle sera appliquée, en Angleterre seulement, à 375000 tonnes de minerai, elle pourra produire annuellement 7200 kilogrammes de métaux précieux, d'une valeur de 1700000 francs, ce qui n'est pas à dédaigner.

» Nous ferons remarquer, à ce sujet, que de grandes quantités de métaux précieux ont été perdues et se perdent encore journellement : nous ne doutons pas que bien des résidus, qui ont été négligés comme trop pauvres, sur divers points du globe, ne soient un jour soumis à un nouveau traitement pour en séparer l'or et l'argent qu'ils recèlent. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions. Acides bibasiques; par* **M. Berthelot**. (Fin.)

« **1.** Faisons varier maintenant les proportions de l'acide sulfurique et du sel monobasique préexistants :

$5SO^4H(1^{éq}=1^l)$	+	$AzO^6K(1^{éq}=1^l)$:	$-0,26$		$5SO^4H(1^{éq}=1^l)$	+	$KCl(1^{éq}=1^l)$:	$+0,12$
$\frac{5}{3}$	»	$+1$	»	$-0,13$	$\frac{5}{3}$	»	$+1$	»	$+0,16$
1	»	$+1$	»	$-0,07$	1	»	$+1$	»	$+0,15$
1	»	$+\frac{5}{3}$	»	$+0,00$	1	»	$+\frac{5}{3}$	»	$+0,31$
1	»	$+5$	»	$+0,27$	1	»	$+5$	»	$+0,59$

» Pour comparer ces nombres, trouvés par expérience, avec la théorie, il suffit d'admettre que l'acide sulfurique se change en bisulfate, et que ce dernier éprouve une décomposition partielle, influencée par les proportions relatives : 1° de l'eau qui tend à le détruire ; 2° de l'acide sulfurique libre, qui lui donne de la stabilité ; 3° enfin de l'azotate de potasse (ou du chlorure) en excès, lequel tend à amener à l'état de bisulfate tout l'acide sulfurique, sans influer sur le sulfate neutre produit par la décomposition primitive d'une partie du bisulfate dissous. En présence d'un grand excès d'acide sulfurique

$AzO^6K + 2SO^4H = S^2O^8KH + AzO^6H$: tend à absorber. $+1,8 - 2,0 = -0,2$
$KCl \quad + 2SO^4H = S^2O^8KH + HCl$: tend à dégager.... $+2,2 - 2,0 = +0,2$

En présence d'un grand excès de sel monobasique, la réaction tend à produire, avec l'azotate,

$$\frac{+1,8 - 1,1}{2} = +0,35,$$

avec le chlorure,

$$\frac{+2,2 - 1,1}{2} = +0,55.$$

A équivalents égaux, la théorie indique : pour l'azotate, $-0,1$; pour le chlorure, $+0,15$. Tous ces nombres calculés s'accordent avec l'expérience.

» 2. Les principes développés ici fournissent la théorie de tout un groupe de *mélanges réfrigérants*, tels que ceux formés par le sulfate de soude hydraté et les acides étendus (*voir* aussi, p. 265, Acide sulfurique et sulfate de soude). Par exemple, l'acide chlorhydrique et le sulfate de soude cristallisé forment un mélange réfrigérant très-puissant et très-usité, à cause de la formation du bisulfate, de laquelle résultent trois réactions endothermiques : 1° la réaction chimique qui change le sulfate neutre en bisulfate et en chlorure, laquelle détermine : 2° la séparation chimique entre le sulfate de soude et son eau de cristallisation ; 3° vient enfin la dissolution dans l'eau des sels produits.

» 3. *Acide oxalique et acide azotique ou chlorhydrique :*

$3AzO^6H(1^{éq}=2^l)$	$+\frac{1}{2}C^4Na^2O^8$	$(33^{gr},5=1^l)$:	$-0,73$	$3HCl(1^{éq}=2^l)$		$+\frac{1}{2}C^4Na^2O^8$:	$-0,74$
$1AzO^6H$ »	$+\frac{1}{2}C^4Na^2O^8$	»	$-0,60$	$1HCl$	»	$+\frac{1}{2}C^4Na^2O^8$:	$-0,70$
$1AzO^6H$ »	$+3(\frac{1}{2}C^4Na^2O^8)$	»	$-0,89$	$1HCl$	»	$+3(\frac{1}{2}C^4Na^2O^8)$:	$-1,07$

» L'acide oxalique en présence de l'azotate de soude ou du chlorure de

sodium, quelles que soient les proportions relatives, ne donne lieu qu'à des effets thermiques de l'ordre des erreurs d'expérience ($\pm$ 0,05).

» Ces nombres répondent à un déplacement sensiblement total de l'acide oxalique par les acides antagonistes. En effet

$$N - N_1 = 14,34 - 13,69 = 0,65 \text{ pour l'acide chlorhydrique,}$$
$$N - N_1 = 14,34 - 13,72 = 0,62 \text{ pour l'acide azotique.}$$

» En présence d'un excès d'oxalate neutre, on doit avoir en plus le refroidissement dû à la formation du bioxalate, soit $-$ 0,40 environ; l'expérience a donné $-$ 0,29 et $-$ 0,37.

» Ce déplacement total pouvait être prévu, car il répond à la réaction qui dégage le plus de chaleur entre les corps anhydres :

$$2AzO^6H + C^4Na^2O^8 = 2AzO^6Na + C^4H^2O^8 \ldots\ldots \quad +21,0$$
$$\left\{\begin{array}{l} 2AzO^6H + C^4Na^2O^8 = AzO^6Na + C^4HNaO^8 + AzO^6H \ldots \quad +12,4 \\ AzO^6H + C^4HNaO^8 = AzO^6Na + C^4H^2O^8 \ldots\ldots \quad +\ 8,6 \end{array}\right.$$

» 4. *Acide oxalique et acide acétique :*

$$\left.\begin{array}{ll} C^4H^3NaO^4(1^{éq} = 2^l) + \tfrac{1}{2}C^4H^2O^2(22^{gr},5 = 1^l) \ldots & +0,80 \\ \tfrac{1}{2}C^4Na^2O^8(33^{gr},5 = 1^l) + C^4H^4O(1^{éq} = 2^l) \ldots & -0,22 \end{array}\right\} \begin{array}{l} N - N_1 = 1,02; \\ \text{trouvé, } 14,34 - 13,30 = 1,04 \end{array}$$

» Ces chiffres indiquent un partage, l'acide oxalique prenant environ les quatre cinquièmes de la base et l'acide acétique un cinquième. J'ai vérifié par la méthode des deux dissolvants la réalité de ce partage, qui m'avait échappé dans de premiers essais. Il est trop inégal pour répondre uniquement à la formation du bioxalate; car ce sel, assez stable en présence de l'eau (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 447), devrait se former presque exclusivement, s'il était la seule cause du partage; aussi je pense que le partage résulte de la formation simultanée d'un peu d'acétate acide de soude, sel qui n'est pas entièrement décomposé par l'eau, comme le prouve l'un des procédés employés dans la fabrication de l'acide acétique (1). Cette induction, tirée de la grande inégalité du partage, est corroborée par le calcul des réactions entre les corps anhydres :

$$2C^4H^3NaO^4 + C^4H^2O^8 = C^4Na^2O^8 + 2C^4H^4O^4 \ldots\ldots \quad +11,0$$
$$\left\{\begin{array}{ll} 2C^4H^3NaO^4 + C^4H^2O^8 = C^4HNaO^8 + C^4H^3NaO^4 + C^4H^4O^4 \ldots & +\ 7,4 \\ \tfrac{1}{2}C^4H^3NaO^4 + C^4H^4O^4 = \tfrac{1}{2}(2C^4H^4O^4, C^4H^3NaO^4) \ldots\ldots & +\ 4,7 \end{array}\right\} +12,1$$

---

(1) J'ai trouvé

$$C^4H^4O^4(1^{éq} = 2^l) + C^4H^3NaO^4(1^{éq} = 2^l) = +0,08.$$

J'ai observé plusieurs composés définis entre l'acétate de soude et l'acide acétique; le seul que j'ai obtenu anhydre : $2C^4H^4O^4, C^4H^3NaO^4$, absorbe en se dissolvant $-$ 4,67.

La réaction : $2C^4H^4O^4 + C^4H^3NaO^4$ dégage....... $+9,4$.

» Le partage est donc possible et même nécessaire, mais seulement selon la faible proportion de l'acétate acide qui peut subsister réellement dans la liqueur, le bioxalate ne pouvant prendre naissance que selon une quantité corrélative.

» 5. Mettons maintenant *deux acides bibasiques en présence d'une même base :* un partage se produira en général, à cause de la formation simultanée des deux sels acides, et suivant une proportion réglée par la stabilité relative de ces deux sels dans la dissolution.

» *Acides sulfurique et oxalique :*

$SO^4H\,(1^{éq}=2^l) + \frac{1}{2}C^4Na^2O^8(33^{gr},5=1^l)$. $+0,45$ } $N - N_1 = 1,48$;
$SO^4Na(1^{éq}=2^l) + \frac{1}{2}C^4H^2O^8\,(22^{gr},5=1^l)$. $-1,03$ } Trouvé : $15,87 - 14,34 = 1,53$.

» Ce partage est prévu par le calcul fait pour les corps anhydres :

$2SO^4H + C^4Na^2O^8 = 2SO^4Na + C^4H^2O^8$	$+17,2$	} $+19,1$
$C^4H^2O^8 + 2SO^4Na = S^2O^8NaH + C^4HNaO^8$..........	$+1,9$	}
$C^4Na^2O^8 + S^2O^8NaH = C^4HNaO^8 + 2SO^4Na$..........	$+1,9$	
$2SO^4H + C^4HNaO^8 = C^4H^2O^8 + S^2O^8NaH$.........	$+15,3$	

» Ces nombres montrent qu'il ne doit subsister ni acide sulfurique libre, en présence de l'oxalate neutre ou du bioxalate (anhydres); ni bisulfate, en présence de l'oxalate neutre; ni acide oxalique libre, en présence du sulfate neutre. Les équilibres résultant de ces conditions, en présence de l'eau qui décompose partiellement les sels acides, seront fort complexes, sauf dans les cas limites où l'un des composants se trouve en grand excès.

» Soient ces cas limites; le calcul y vérifie la théorie :

		Calculé.
$3(\frac{1}{2}C^4Na^2O^8[33^{gr},5=1^l]) + SO^4H(1^{éq}=2^l)$...	$+1,04$	$+1,0$
$\frac{1}{2}C^4H^2O^8\,[22^{gr},5=1^l]) + 3SO^4Na(1^{éq}=2^l)$...	$-1,54$	$-1,6$
$3(\frac{1}{2}C^4H^2O^8\,[22^{gr},5=1^l]) + SO^4Na(1^{éq}=2^l)$...	$-1,37$	$-1,35$
$\frac{1}{2}C^4Na^2O^8[33^{gr},5=1^l]) + 3SO^4H(1^{éq}=2^l)$...	$+0,28$	$+0,2$

» 6. *Acides sulfurique et tartrique :*

$SO^4H(1^{éq}=2^l) + \frac{1}{2}C^8H^4Na^2O^{12}(48,5=1^l)$.... $+2,44$ } $N - N_1 = 2,80$
$\frac{1}{2}C^8H^6O^{12}(37,5=1^l) + SO^4Na(1^{éq}=2^l)$...... $-0,36$ }

» L'acide sulfurique déplace donc presque entièrement l'acide tartrique, avec l'indice d'un léger partage. Soient les corps anhydres

$2SO^4H + C^8H^4Na^2O^{12} = 2SO^4Na + C^8H^6O^{12}$........	$+19,8$ }
$2SO^4Na + C^8H^6O^{12} = S^2O^8NaH + C^8H^5NaO^{12}$......	nul }
$2SO^4H + C^8H^5NaO^{12} = S^2O^8NaH + C^8H^6O^{12}$........	$+17,4$
$S^2O^8NaH + C^8H^4Na^2O^{12} = 2SO^4Na + C^8H^5NaO^{12}$......	$+2,4$

» Entre corps anhydres, il ne doit subsister ni acide sulfurique libre, dans aucun cas; ni bisulfate, en présence du tartrate neutre; mais la décomposition du sulfate neutre par l'acide tartrique, avec formation de deux sels acides, est possible à la rigueur. Ces déductions dominent le calcul thermique des réactions entre corps dissous.

» 7. *Acides oxalique et tartrique :*

$$\left.\begin{array}{ll} C^8H^4Na^2O^{12}\,(\text{dans }4^l) + C^4H^2O^8\,(\text{dans }4^l)\ldots\ldots & +1,53 \\ C^4Na^2O^{12}\quad(\text{dans }4^l) + C^8H^6O^{12}\,(\text{dans }4^l)\ldots\ldots & -1,33 \end{array}\right\} N - N_1 = \frac{2,86}{2} = 1,43$$

» Il y a partage à peu près égal de la base entre les deux acides, avec formation de bioxalate et de bitartrate. Le calcul des corps anhydres rend compte de cette formation :

$$\left\{\begin{array}{ll} C^8H^4Na^2O^{12} + C^4H^2O^8 = C^4Na^2O^8 + C^8H^6O^{12}\ldots\ldots & +1,6 \\ C^8H^6O^{12} + C^4Na^2O^8 = C^4NaHO^8 + C^8H^5NaO^{12}\ldots\ldots & +2,7 \end{array}\right\} +4,3.\ »$$

CHIMIE. — *Sur la combustion spontanée d'une poutre, sous l'action de la chaleur solaire seule.* Note de **M. Collet**.

« Par une des plus chaudes journées de l'année, et après une série de beaux jours, M. Wattier-Guérin, industriel à Ribemont (Aisne), se trouvant dans une cour de son établissement, cour étroite, en plein midi, entourée de murs de trois côtés et par conséquent très-chaude, remarqua par hasard qu'une poutre, appuyée contre le mur qui sépare sa propriété de la propriété voisine, laissait échapper de son extrémité supérieure une fumée légère comme une vapeur. Cette poutre, en vieux bois de chêne, large d'environ 25 centimètres sur 15 centimètres d'épaisseur et longue de $2^m,50$ à 3 mètres, placée depuis fort longtemps en cet endroit, n'avait de contact qu'avec un vieux couvercle de puits, d'un mètre carré, composé de quatre planches reliées entre elles par un morceau de tôle et auxquelles adhéraient encore quelques ardoises. Ce couvercle avait été jeté contre la poutre, comme débarras.

» M. Wattier reconnut, en s'approchant, que la poutre brûlait; mais, pour s'en assurer, il dut l'examiner avec attention, car il ne se produisait pas de flamme; mais le bois, en se consumant peu à peu, se couvrait d'un duvet léger, semblable à celui qui se produit sur la braise éteinte. En soufflant dessus, on mettait à découvert un foyer ardent.

» M. Wattier a remarqué que le feu n'avait pas commencé dans la partie tout à fait inférieure de la poutre, mais seulement à partir de l'endroit où

le couvercle du puits posait sur elle. De cet endroit, où le foyer était très-petit, le feu montait en s'élargissant en forme de V et finissait par couvrir la poutre sur toute sa largeur et sur une longueur de $1^m,50$. Il durait depuis plusieurs heures, quand il a été aperçu par M. Wattier dans l'après-midi; car, dans la matinée, on avait remarqué de la maison voisine et curieusement examiné la fumée sortant de la poutre, sans pouvoir se rendre compte de la cause qui la produisait.

» Ce que j'ai vu de mes yeux et la connaissance que j'ai du caractère de M. Wattier me permettent de donner ces renseignements comme parfaitement authentiques; de nombreux témoignages pourraient l'affirmer. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Analyse lithologique du fer météorique d'Atacama; premier exemple de filons concrétionnés parmi les météorites.* Note de **M. Stan. Meunier.**

« En entreprenant l'étude, déjà faite par beaucoup de chimistes, du célèbre fer météorique dispersé en blocs si nombreux dans le désert d'Atacama, mon but a été beaucoup moins de signaler certains traits de composition passés inaperçus, que de chercher à découvrir les actions géologiques dont ce fer est le résultat. A cet égard, si je ne m'abuse, mes efforts paraissent avoir été couronnés d'un succès inespéré; car, d'après les études dont je vais donner le résumé, le fer chilien représente le premier type connu d'un filon concrétionné d'origine extraterrestre.

» On sait que le fer d'Atacama est remarquable, avant tout, par sa structure spongieuse. Les nombreuses vacuoles qu'il présente sont remplies d'une matière lithoïde, essentiellement péridotique. Soumis à l'analyse chimique successivement par Allan et Turner, Field, Frapoli, de Kobell, Morren, Rivero, Schmid, etc., il a donné des résultats tout à fait analogues à ceux que l'on obtient dans l'examen du fer de Pallas; c'est pourquoi Gustave Rose l'a compris dans son groupe des pallasites. Je vais montrer que cette assimilation n'est point exacte, et que le fer américain constitue réellement une roche polygénique.

» Si l'on compare la matière pierreuse de la météorite d'Atacama au péridot de fer de Pallas, on est immédiatement frappé d'une différence profonde : tandis que celui-ci est cristallisé, et souvent avec des formes très-nettes, l'autre se présente en fragments complétement irréguliers de formes, dont la structure seule est cristalline. De plus, cette matière cristalline ne possède pas, comme les cristaux de péridot, une composition

simple. Si, par exemple, on examine à la loupe l'échantillon enregistré aux Catalogues du Muséum sous le signe 2. Q. 56, rien n'est plus aisé que de reconnaître en très-grand nombre, au milieu de la matière pierreuse, de très-petits grains noirs, brillants, métalloïdes et opaques, consistant en fer chromé. En outre, la dissolution du péridot dans l'acide chlorhydrique laisse un faible résidu de substance pierreuse, vraisemblablement pyroxénique.

» Cette composition complexe rapproche tout à fait la matière lithoïde d'Atacama de la chassignite et de la dunite, entre lesquelles sa structure est en général intermédiaire. Dans certains points, cependant, elle devient identique, soit avec la roche météorique, soit avec la roche terrestre. Ainsi, un des fragments de l'échantillon qui vient d'être désigné offre, pour la distribution, en petits amas, des grains de fer chromé, une ressemblance parfaite avec un petit échantillon de dunite venant de la rivière du Butor, à l'île Bourbon, et porté au Catalogue 10. S. sous le numéro 209.

» Une fois ce premier résultat acquis, il faut rechercher comment de pareils fragments de dunite ont pu être amenés au sein de la masse métallique. On arrive à répondre à cette question en examinant une section polie du fer d'Atacama, préalablement traitée par un acide, de façon à montrer les figures de Widmannstœtten. L'échantillon 2. Q. 406 est très-instructif à cet égard.

» Il présente, autour des fragments pierreux, une succession, bien remarquable par sa constance, de diverses matières métalliques. Ce sont d'abord de petits amas de troïlite ou de schreibersite, et quelquefois des deux ensemble, amas en général enveloppés d'une substance graphitoïde, et qui sont appliqués immédiatement sur la pierre. Puis un fer nickélé, encadrant les fragments de dunite, avec une épaisseur très-variable, mais sans jamais manquer, et manifestant sous l'action d'un acide une structure homogène et grenue très-caractéristique. Enfin, remplissant complétement les vides laissés par le fer précédent, un autre fer très-différent par sa structure et comprenant au moins deux alliages distincts, dont l'un se présente en lamelles parallèles entre elles à la façon de la tœnite.

» A la vue de ces couches dont la nature minéralogique est en rapport si constant avec la situation relative dans l'ensemble de la masse, l'idée vient immédiatement que l'on se trouve en présence d'un de ces filons concrétionnés en cocardes, si fréquents, par exemple, dans les mines plombifères du Hartz.

» Sous le signe Δ. 64,16, on conserve, entre beaucoup d'autres, au Mu-

séum, une brèche de ce genre, et la comparaison de sa structure avec celle du fer d'Atacama est pleine d'enseignement. Les fragments pierreux, formés d'une gangue schisteuse, ont les mêmes dimensions, les mêmes formes et les mêmes distances relatives que les débris de dunite renfermés dans la météorite. Autour d'eux, se voit d'abord un dépôt de quartz hyalin blanc, formant une couche d'épaisseur très-variable, mais qui paraît ne jamais faire défaut, absolument comme le fer homogène cité tout à l'heure; puis, sur le quartz, se montre la galène qui tient rigoureusement la place du fer à tœnite.

» Plus l'on compare ces deux échantillons, de provenances mutuellement si distantes, plus il est difficile de ne pas voir en eux les résultats d'actions identiques, exercées seulement sur des matières diverses et sans doute aussi par des agents différents : cette conclusion est confirmée par l'impossibilité d'expliquer autrement la situation respective des roches réunies dans la météorite qui nous occupe. Nous n'avons point affaire ici, comme dans le cas du bloc de Deesa, à des morceaux de pierre empâtés dans un fer fondu; d'une part, la partie métallique de la masse d'Atacama n'a pas les caractères que lui donnerait la fusion, car les acides y dessinent de belles figures; et, d'un autre côté, la dunite n'a pas subi la rubéfaction que la chaleur lui communique, ainsi que je m'en suis assuré par des expériences directes.

» Il resterait à savoir comment l'action filonienne s'est exercée dans l'épaisseur du globe d'où provient la météorite d'Atacama; mais, jusqu'à présent, rien ne nous indique directement le mécanisme du dépôt métallique. L'idée la plus naturelle est de rattacher celui-ci à la condensation de certaines vapeurs, s'élevant au travers des failles, comme nous l'observons sur la terre, et la présence très-nette du chlore dans le fer d'Atacama contribuera peut-être à révéler la nature des gaz qui, dans cette supposition, ont dû servir de véhicules aux substances incrustantes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les mouvements atmosphériques qui ont accompagné les aurores boréales des 25 et 26 août 1872.* Note de **M. Fron**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Dans la nuit de lundi à mardi dernier, une aurore boréale de quatrième classe (classification d'Olmsted) a été signalée à Sèvres. Le même soir, une aurore a été vue à Stockholm. La veille, dimanche 25 août, plusieurs phénomènes analogues s'étaient manifestés à Thursö, au nord de

l'Écosse, à Hernösand, dans le golfe de Bothnie, et faiblement à Lisbonne.

» Y a-t-il eu pendant ces deux jours des mouvements atmosphériques particuliers? L'examen du *Bulletin de l'Observatoire* permet de répondre à cette question. Le 25, en effet, le baromètre avait baissé, dans la Scandinavie, d'une manière si soudaine et si extraordinaire pour la saison, que nous l'avions attribué d'abord à une erreur dans la transmission télégraphique (1). La baisse était en effet de 14 millimètres à Skudesness et de 13 à Christiansund; elle s'étendait à la France et à l'Espagne. Le lendemain 26, la baisse continuait sur la Manche et la mer du Nord : elle était de 6 millimètres à Paris, de 8 à Cherbourg et à Groningue; le 27, le baromètre commençait à remonter en France.

» Ces mouvements du baromètre tiennent au passage d'une dépression considérable, dont le centre se trouvait le 25 au matin dans les parages de l'Écosse, le 26 dans la mer du Nord, et le 27 près du Skager-Rak. C'est au passage de cette bourrasque que nous attribuons les phénomènes lumineux, orages ou aurores signalés pendant ces deux jours, et aussi les coups de vent du nord qui ont sévi sur les côtes de la Manche dans la journée du 27. »

M. A. Gargam adresse une Note relative à un appareil pour le chauffage des vins.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 12 août 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Direction générale des Douanes et des Contributions indirectes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1869. Paris, 1871; in-4°.

Bibliothèque de l'École des Hautes-Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, section des Sciences naturelles; t. V. Paris, 1872; in-8°. (Deux exemplaires.)

---

(1) *Bulletin international* du 25 août 1872, n° 238, p. 2.

Nouvelles recherches sur les animaux fossiles du terrain carbonifère de la Belgique; par L.-G. DE KONINCK; 1re partie. Bruxelles, 1872; in-4°.

Nouveau précis d'analyse infinitésimale; par M. Ch. MÉRAY. Paris, 1872; in-4°. (Présenté par M. Puiseux.)

Exposé sommaire et méthodique des principes généraux de la Géologie; par M. L. BOUTILLIER. Rouen, 1872; in-8°.

Appareils préservateurs des fuites de gaz, d'eaux forcées, etc.; *par* VAUSSIN-CHARDANE. Saint-Nicolas, 1863; br. in-8°.

Les ressources de la France en matières fertilisantes. Le régénérateur, engrais organique à base alcaline et azote fixé; par E. BESSE. Paris, juillet 1872; br. in-8°.

Maladie de la vigne. Le soufre solubilisé. Moyens pratiques de destruction et de préservation du Phylloxera vastatrix; *par* M. E. BESSE. Paris, 1872; br. in-8°.

De l'Astronomie dans l'Académie royale de Belgique. Rapport séculaire (1772-1872); *par* E. MAILLY. Bruxelles, 1872; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans; t. XIV, n° 3. Orléans, 1872; in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture du département de la Gironde; 26e année. Paris et Bordeaux, 1871; in-8°.

Appareil de concentration pour l'acide sulfurique; par M. A. DE HEMPTINNE. Bruxelles, sans date; opuscule in-4°.

Expériences sur l'emploi des engrais chimiques ou commerciaux, faites à Clèves de 1867 *à* 1870; *par* Eug. RISLER. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Intorno ad un comento di Benedetto Vittori, medico faentino al Tractatus proportionum *di Alberto di Sassonia.* Sans lieu ni date; in-4°. (Estratto dal *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche;* t. IV.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 19 août 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris; t. VIII, 2e série, année 1871. Paris, 1872; in-8°, relié.

Programme des conférences sur la Chirurgie sous-cutanée ouvertes à l'hô-

pital des Enfants, le 22 mai 1844; par le Dr Jules GUÉRIN. Paris, 1844; br. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, année 1870-1871. Châlons-sur-Marne, sans date; in-8°.

Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; VI et VII années, 1870-1871. Rouen, 1872; br. in-8°.

Vie de Copernic et Histoire de la découverte du système du monde; par C. FLAMMARION. Paris, 1872; in-12.

Étude expérimentale sur la locomotion humaine. Étude de la marche; par G. CARLET. Paris, 1872; in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard pour le Concours de Physiologie expérimentale, 1873.)

De l'Intendance du corps médical militaire et de la Mortalité dans l'armée. Réponse à M. le Dr Chenu, *auteur du livre* De la Mortalité dans l'armée; *par* M. L. CHAPPLAIN. Paris, 1872; in-8°.

Programme des prix proposés par la Société industrielle de Mulhouse dans son assemblée générale du 28 mai 1872, pour être décernés dans l'assemblée générale de mai 1873. Mulhouse, 1872; br. in-8°.

A M. le Dr C. Bruhns. Lettre de M. FRADESSO DA SILVEIRA, *Directeur de l'Observatoire météorologique et magnétique de l'Infant D. Louis.* Lisbonne, 1872; opuscule in-8°.

Baromètre hypsométrique à soupape; par M. Gusture UZIELLI. Florence, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Sul felsinoterio sirenoide halicoreforme dei depositi littorali pliocenici dell' antico bacino del Mediterraneo e del mar Nero. Memoria del prof. comm. G. CAPELLINI. Bologna, 1872; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Annalen der K. K. Sternwarte in Wien; dritter folge, achtzehnter Band, Jahrgang, 1868; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 26 août 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Études botaniques, chimiques et médicales sur les valérianées; par J. CHATIN. Paris, 1872; grand in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Recherches de morphologie synthétique sur la production artificielle de quelques formations calcaires organiques; par P. HARTING. Amsterdam, 1872;

in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Mémoire sur les volants des machines à vapeur à détente et à condensation; par M. H. Résal. Sans lieu ni date; br. in-8°.

H. Résal. *Considérations philosophiques sur la chaleur. Détermination du travail mécanique nécessaire pour produire le tréfilage du fil de fer.* Besançon, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs*.)

Lettre du Dr Guillon à MM. les Membres de l'Association générale de prévoyance et de secours mutuels des médecins de France. Paris, 1863; broch. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem, et rédigées par M. E.-H. von Baumhauer; t. VII, liv. 1, 2, 3. La Haye, 1872; 3 liv. in-8°.

Proceedings of the American Association for the advancement of Science; nineteenth meeting, held at Troy. New-York, august 1870. Cambridge, 1871; in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; n°s 1, 2, 3, january-december 1870. Philadelphia, 1872; 3 liv. in-8°.

Tables of Parthenope; by E. Schubert. Computed for the *American Ephemeris* and *Nautical Almanac.* Washington, 1871; in-4°.

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1874. Washington 1871; grand-8°.

Quarterly weather report of the Meteorological Office; part IV, october-december 1870. London, 1872; in-4°.

Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences; new series, vol. X, part I. Cambridge and Boston, 1868; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE
PENDANT LE MOIS D'AOUT 1872.

Annales de Chimie et de Physique; août 1872; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 7e livraison, 1872; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; juin 1872; in-8°.

Annales du Génie civil; août 1872; in-8°.

Annales industrielles; nos 6 à 9, 1872; in-4°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; feuilles 13 à 18, 1872; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 4, 11 18, 25 août 1872; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 176, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Revue bibliographique, E., 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; août et septembre 1872; in-4°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; n° 3, 1872; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; décembre 1871, janvier à avril 1872; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; décembre 1871 et janvier 1872; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 août 1872; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 8, 9, 1872; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de Paris; nos 62, 63, 1872; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; nos 2, 3, 4, 1872; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 7, 1872; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 7, 1872; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 6 à 9, 2e semestre 1872; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 27 à 30, 1872; in-4°.

Écho médical et pharmaceutique belge; n° 8, 1872; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 91 à 101, 1872; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 31 à 35, 1872; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle,* mai, juin 1872; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; juillet 1872; in-8°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 2e trimestre, 1872; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 32 à 35, 1872; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 173 à 177, 1872; in-8°.

Journal de l'Eclairage au Gaz; n° 16, 1872; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; août 1872; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; août 1872; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 15 et 16, 1872; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 17 à 20, 1872; in-fol.

Journal de Physique théorique et appliquée; n° 8, 1872; in-8°.

Le Messager agricole; 10 août 1872; in-8°.

La Revue scientifique; nos 6 à 9, 1872; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 33 à 36, 1872; in-4°.

L'Aéronaute; juillet et août 1872; in-8°.

L'Art dentaire; août 1872; in-8°.

L'Art médical; août et septembre 1872; in-8°.

L'Imprimerie; juin 1872; in-4°.

Le Gaz; n° 2, 16e année, 1872; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 16, 1872; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; août 1872; gr. in-8°.

Les Mondes; nos 15 à 18, 1872; in-8°.

Magasin pittoresque; août 1872; in-4°.

Marseille médical; n° 8, 1872; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de Médecine; n° 2, 1872; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; août et septembre 1872; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; juillet 1872; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; août 1872; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; août 1872; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 16, 17, 1872; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 39, 40, 1872; in-8°.

Revue maritime et coloniale; août 1872; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; août 1872; in-8°.

The Journal of the Franklin Institute; juillet, août et septembre 1872; in-8°.

The Mechanic's Magazine; n^{os} des 24 et 31 août 1872; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 26 août 1872.)

Page 554, ligne 7, *au lieu de* Mais si l'on plonge indéfiniment et en arrière de la trajectoire..., *lisez* Mais si l'on prolonge indéfiniment et en arrière la trajectoire....

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS. — AOUT 1872.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES ANCIENS (1). Salle méridienne.			THERMOMÈTRES NOUVEAUX. Montsouris.			TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air à 29 mètres.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol				THERMOMÈTRE NOIR dans le vide (T − t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.		à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.					
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	751,8	15,2	22,4	18,8	12,0	23,3	17,6	»	21,81	20,85	21,48	20,00	8,6	8,68	56,0	»	4,0
2	747,7	13,6	21,2	17,4	13,0	21,7	17,3	»	19,89	20,12	20,95	19,88	6,4	8,89	72,2	»	9,5
3	749,8	12,5	20,1	16,3	11,6	19,3	15,4	»	18,79	21,57	20,37	19,76	7,0	8,91	72,2	»	12,0
4	753,8	11,5	20,8	16,1	10,0	21,6	15,8	»	19,23	18,62	19,62	19,57	5,8	9,67	67,5	»	9,5
5	748,8	11,7	22,4	17,0	14,1	22,8	18,4	»	18,67	18,90	19,64	19,35	2,1	12,16	82,0	»	18,0
6	752,3	12,2	21,8	17,0	12,9	21,9	17,4	»	19,65	18,80	19,51	19,17	4,2	10,63	75,3	»	12,0
7	745,7	12,5	21,5	17,0	13,9	22,7	18,3	»	17,24	18,07	19,26	19,01	3,4	10,82	79,5	»	3,0
8	747,8	12,7	19,8	16,2	12,6	19,1	15,8	»	18,63	18,78	18,71	18,87	6,3	10,64	80,2	»	17,0
9	757,9	12,8	20,6	16,7	12,6	21,9	17,2	»	18,24	18,10	18,73	18,71	4,0	10,48	76,5	»	16,0
10	751,3	12,9	22,9	17,9	13,9	24,1	19,0	»	17,73	18,00	18,72	18,57	5,4	12,17	83,3	»	18,0
11	756,0	13,1	21,6	17,3	14,6	21,7	18,1	»	17,74	17,67	18,61	18,45	8,2	8,36	63,2	»	11,0
12	759,3	10,0	21,0	15,5	8,6	22,9	15,7	»	18,74	17,90	18,52	18,36	10,2	7,07	65,2	»	11,0
13	760,7	10,7	20,9	15,8	10,2	21,9	16,0	»	19,15	18,28	18,95	18,27	9,0	8,09	57,7	»	3,5
14	759,9	11,3	21,2	16,2	11,6	22,1	16,8	»	18,96	18,30	18,97	18,25	6,0	8,75	59,0	»	3,5
15	758,7	11,5	22,7	17,1	12,3	23,6	17,9	»	19,28	18,57	19,08	18,23	6,1	8,80	58,0	»	4,0
16	758,2	11,9	24,2	18,0	12,2	25,6	18,9	»	20,31	19,18	19,38	18,25	7,3	9,87	57,0	»	2,0
17	757,7	11,9	26,5	19,2	13,0	28,1	20,5	»	21,51	19,80	19,94	18,29	7,9	9,34	48,2	»	2,5
18	758,1	12,3	25,7	19,0	12,8	27,1	19,9	»	20,99	19,95	20,31	18,38	10,1	7,41	42,0	»	1,5
19	756,9	12,7	24,8	18,7	12,9	26,5	19,7	»	20,95	20,12	20,32	18,50	8,5	8,84	52,2	»	2,0
20	753,3	12,9	26,1	19,5	15,1	28,1	21,6	»	22,22	21,02	20,82	18,62	8,3	11,87	64,3	»	3,5
21	754,1	13,4	24,5	18,9	16,1	24,1	20,1	»	21,82	21,05	21,13	18,75	5,1	12,58	76,0	»	12,5
22	753,3	13,6	22,9	18,2	15,7	19,7	17,7	»	19,12	19,78	20,42	18,84	1,5	13,38	92,5	»	7,5
23	757,0	13,9	20,9	17,4	16,2	21,5	18,8	»	18,79	19,32	19,83	18,85	2,8	12,72	85,8	»	11,0
24	760,8	14,2	21,8	18,0	13,8	22,1	17,9	»	18,43	18,83	19,42	18,78	3,7	12,52	83,7	»	4,0
25	759,8	14,5	25,3	19,9	13,2	26,9	20,0	»	20,55	19,57	19,61	18,67	7,8	11,28	67,2	»	3,0
26	753,0	14,4	24,5	19,4	12,7	24,7	18,7	»	19,32	19,15	19,64	18,61	5,9	10,38	64,0	»	9,0
27	757,4	14,5	23,8	19,1	13,7	19,7	16,7	»	17,89	18,10	19,10	18,57	4,1	8,82	67,7	»	11,0
28	762,6	13,3	18,7	16,0	10,1	20,4	15,2	»	16,92	17,25	18,39	18,45	5,4	8,61	72,5	»	8,5
29	759,5	10,7	21,4	16,0	9,0	23,4	16,2	»	18,60	17,80	18,41	18,31	5,7	10,32	72,0	»	3,5
30	753,5	11,1	23,9	17,5	10,6	24,2	17,4	»	19,80	18,65	18,72	18,19	6,3	10,94	65,5	»	8,5
31	752,1	11,7	20,1	15,9	12,0	21,1	16,5		17,95	18,15	18,91	18,12	7,5	9,25	71,0	»	6,0
Moy.	755,1	12,6	22,5	17,5	12,7	23,0	17,8	»	19,32	19,01	19,53	18,73	6,1	10,14	68,7	»	8,0

(1) Observatoire de Paris. — Toutes les autres observations ont été faites à Montsouris.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Aout 1872.

Dates.	Magnétisme terrestre (1). Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. Terrasse (2).	Montsouris.	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	»	»	»	»	»	5,6	NE faible.	ONO	0,6	Brumeux.
2	»	»	»	0,1	0,8	4,3	OSO modéré.	OSO	0,8	Pluie fine.
3	»	»	»	0,6	1,9	2,6	O faible.	ONO	0,6	Grains entre midi et 3^h s.
4	»	»	»	2,6	0,0	3,6	SO faible.	SO	0,8	Brumeux, pluvieux le soir.
5	»	»	»	1,5	1,5	1,7	SO assez fort.	SO	0,7	Pluvieux.
6	»	»	»	0,4	0,4	3,5	SSO faible.	SO	0,9	Id.
7	»	»	»	11,2	12,3	3,8	SSO assez fort.	SO	0,8	Forte pluie de 6 à 9^h m.
8	»	»	»	1,2	4,1	2,6	O assez fort.	ONO	0,8	Rosée, pluie.
9	»	»	»	»	»	2,9	SSO faible.	O, S	0,9	Brume, halo à 6^h s.
10	»	»	»	9,5	13,0	3,9	SO assez fort.	SSO	0,7	Brumeux, pluie de 7 à 11^h m.
11	»	»	»	4,3	»	6,1	O assez fort.	O	0,4	Nuageux, beau le soir.
12	»	»	»	»	»	3,6	O très-faible.	OSO	0,2	Brumeux, rosée.
13	»	»	»	»	»	5,8	NNE faible.	ONO	0,2	Brumeux.
14	»	»	»	»	»	7,2	NNE modéré.	NE, NO	0,7	Brumeux, halo à 6^h s.
15	»	»	»	»	»	7,5	NE modéré.	NNE	0,4	Brumeux.
16	»	»	»	»	»	6,1	NNE faible.	NE	0,3	Id.
17	»	»	»	»	»	5,8	NE faible.	»	0,0	Brumeux, rosée.
18	»	»	»	»	»	8,6	ENE faible.	»	0,0	Brumeux.
19	»	»	»	»	»	8,5	NE modéré.	»	0,0	Id.
20	»	»	»	»	»	5,0	E faible.	SSE	0,4	Id.
21	»	»	»	»	»	3,6	SO faible.	SSO	0,9	Pluie dans la nuit du 21 au 22.
22	»	»	»	3,4	12,0	0,7	O faible.	ONO	0,8	Pluie tout le jour.
23	»	»	»	7,6	1,2	2,7	NO modéré.	NNO	0,8	Pluie dans l'après-midi.
24	»	»	»	0,7	0,0	3,2	NNO modéré.	NNO	0,6	Pluvieux le matin.
25	»	»	»	»	»	3,4	ESE tr-faible.	OSO	0,2	Brumeux, rosée.
26	»	»	»	»	»	4,5	OSO modéré.	SSO	0,8	Brumeux.
27	»	»	»	»	»	5,4	NO assez fort.	NO	0,6	Cumulus.
28	»	»	»	»	»	4,9	NNO modéré.	NNO	0,3	Brumeux.
29	»	»	»	»	»	2,9	var. faible.	SO	0,7	Rosée.
30	»	»	»	»	»	3,7	S très-faible.	SSO	0,8	Brumeux.
31	»	»	»	0,7	0,8	4,2	ONO modéré.	ONO	0,4	Pluie de 4 à 5^h m.
Moy.	»	»	»	43,8	48,0	137,9			0,55	

(1) Les pavillons magnétiques sont en installation. (2) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire de Paris.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Aout 1872.

Résumé des observations régulières.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	755,20	755,35	755,12	754,80	754,82	755,41	755,38	754,32 (1)
Pression de l'air sec	744,72	744,84	745,27	745,22	745,32	745,42	745,19	745,18 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (fixe)	15,07	17,65	20,66	21,43	19,98	17,15	15,18	17,66 (1)
» (fronde)	15,23	17,84	20,86	21,56	20,07	17,16	15,14	17,75 (1)
Thermomètre à alcool incolore	14,95	17,54	20,67	21,52	20,04	17,07	15,16	17,61 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	24,99	33,26	37,92	38,95	24,08	»	»	33,55 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T	23,52	31,46	35,79	36,84	23,48	»	»	31,89 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	18,87	24,35	28,19	28,89	21,52	»	»	25,74 (2)
Excès $(T' - t)$	6,12	8,91	9,73	10,06	2,56	»	»	7,81 (2)
Excès $(T - t)$	4,65	7,11	7,60	7,95	1,96	»	»	6,15 (2)
Température du sol à 0m,02 de profondr	16,49	18,82	22,61	23,48	20,99	18,49	17,36	19,32 (1)
» 0m,10 »	18,01	18,50	19,08	20,06	20,02	19,49	18,96	19,01 (1)
» 0m,20 »	18,79	18,68	18,90	19,36	19,67	19,66	19,42	19,17 (1)
» 0m,30 »	19,43	19,35	19,24	19,32	19,63	19,80	19,75	19,53 (1)
» 1m,00 »	15,51	18,74	18,76	18,76	18,75	18,72	18,70	18,73 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	10,48	10,51	9,85	9,58	9,50	9,99	10,19	10,14 (1)
État hygrométrique en centièmes	82,1	70,4	55,5	52,1	55,8	69,3	79,6	68,7 (1)
Pluie en millimètres (jardin)	15,2	10,0	10,6	3,5	6,3	2,4	0,0	t. 48,0
Évaporation moy. diurne en millim.	0,40	0,28	0,78	1,06	1,00	0,55	0,39	t. 4,46
Inclinaison magnétique (3)	»	»	»	»	»	»	»	»
Déclinaison magnétique (3)	»	»	»	»	»	»	»	»

Température moyenne des maxima et minima (salle méridienne de l'Observatoire de Paris).	17°,5
» » (Montsouris)	17,8
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	22,7
Pluie en millimètres (terrasse de l'Observatoire de Paris)	43,8
» (Montsouris, jardin)	48,0
Évaporation totale du mois en millimètres	137,9

---

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(3) Les pavillons magnétiques sont en installation.

Les observations de juillet, insérées p. 450 et suivantes, ont été, comme celles du mois d'août, faites à Montsouris.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 SEPTEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut annonce à l'Académie que la quatrième séance trimestrielle de l'Institut aura lieu le mercredi 2 octobre, et la séance publique annuelle le vendredi 25 octobre. Il invite l'Académie à désigner ceux de ses membres qui devront la représenter, comme lecteurs, dans ces deux séances.

BOTANIQUE. — *Observations sur la bulbe* (1) *du* Lilium Thomsonianum, *Lindl., et sur sa multiplication par caïeux; par* **M. P. Duchartre.**

« Le *Lilium Thomsonianum*, Lindl. (*L. roseum*, Wall.) est une charmante espèce indienne à fleurs roses, qui fut découverte, il y a quatre-vingts

---

(1) Tous les dictionnaires, à l'exemple de celui de l'Académie, font le mot *bulbe* féminin. De Candolle, Mirbel, Aug. Saint-Hilaire ont conservé à ce mot son genre réel. Cependant, sans motif connu, A. Richard et A. de Jussieu ont employé ce même mot au masculin, et tous les botanistes actuels suivent leur exemple. Le changement de genre qu'ils ont amené ne me paraissant avoir ni avantage ni raison plausible, je crois qu'on doit suivre l'autorité de l'Académie française, la seule qui soit réellement souveraine en matière de langue.

ans, dans les montagnes de Gossain-Than et Kamaon, par le botaniste Wallich.

Quoiqu'il soit assez répandu dans les jardins, on ne l'y voit fleurir que rarement. La difficulté qu'il éprouve à fleurir paraît tenir à l'abondance remarquable et à la régularité avec lesquelles il produit des caïeux épiphylles ou bulbilles. Toute la force végétative de son oignon est absorbée par cette production considérable, et dès lors son axe reste hors d'état de s'élancer en tige florifère, en même temps que l'oignon lui-même ne prend qu'un médiocre accroissement. Ce qui prouve que telle doit bien être la cause pour laquelle ce Lis fleurit rarement, c'est que M. Max Leichtlin, de Carlsruhe, amateur habile et passionné des plantes de ce genre, parvient à déterminer sans peine la floraison de cette espèce, en lui enlevant ses caïeux pendant l'hiver, dès qu'ils commencent à grossir.

» Les circonstances dans lesquelles se forment les nombreux caïeux du Lis de Thomson paraissent être propres à cette espèce. Je crois qu'elles sont encore inconnues; elles sont d'ailleurs assez remarquables pour mériter d'être signalées aux botanistes. En en donnant ici un exposé succinct, je présenterai en même temps quelques détails sur l'organisation et la floraison de la bulbe dans laquelle naissent ces corps multiplicateurs.

» I. *Organisation de la bulbe du* Lilium Thomsonianum. — Le *Lilium Thomsonianum* entre en végétation de bonne heure : généralement dès le mois d'octobre ou le commencement de novembre, il commence à montrer au-dessus du sol des feuilles qui s'allongent ensuite beaucoup pendant l'hiver. Son oignon adulte, examiné quand il a déjà émis ses longues feuilles, pendant le mois de janvier, se montre constitué, de l'extérieur au centre, par les formations suivantes : 1° des tuniques incomplètes, sèches et scarieuses, brunes ou brunâtres, marquées sur leur face externe de côtes longitudinales saillantes et à chacune desquelles correspond une nervure intérieure. Le nombre des côtes varie d'une tunique à l'autre, depuis un minimum de treize ou même onze, jusqu'à un maximum de vingt et un et même vingt-trois. Ces tuniques se prolongent au sommet en restes plus ou moins désagrégés de limbe foliaire, ou bien, après la destruction de ces restes, elles y présentent une cicatrice très-apparente. Il est donc évident que chacune d'elles n'est pas autre chose que la base dilatée et persistante de l'une des longues feuilles qui ont été produites pendant la période végétative antérieure. Ces feuilles étant, chaque année et pour un oignon adulte, au nombre de sept ou huit, il ne peut exister au plus que sept ou

huit tuniques, et d'ordinaire on en trouve moins, les plus externes d'entre elles ayant déjà disparu à l'époque où commence une nouvelle période végétative. Il est bon d'ajouter que chaque tunique embrasse la moitié ou plus de la moitié de la périphérie de l'oignon. 2° De grandes écailles épaisses, charnues, insérées en ordre quinconcial ($\frac{2}{5}$), ainsi que les tuniques, et dont l'ensemble forme la plus grande partie du volume de la bulbe; ce sont des écailles nourricières. Elles sont habituellement au nombre de sept. Elles sont ovales, attachées par une grande base, mais toujours moins larges que les tuniques, pointues ou acuminées au sommet, montrant ainsi qu'elles ne se prolongent à aucune époque en limbe foliaire; leur tissu est charnu, ferme, épais d'environ $0^m,004$ dans leur milieu, très-aminci aux bords. Elles offrent intérieurement sept nervures longitudinales auxquelles correspondent, sur leur face externe, tout autant de larges côtes arrondies. 3° En dedans de ces écailles nourricières se trouve le faisceau des longues feuilles de l'année, dont les bases, épaisses au plus de $0^m,001$, sont élargies, creusées en cuiller et marquées extérieurement de stries nombreuses qui correspondent à des nervures internes. Ce sont ces bases de feuilles qui, grandissant beaucoup dans l'année, et persistant après la destruction du limbe, constitueront de nouvelles tuniques scarieuses, à la fin de la même période végétative. Le nombre type des feuilles produites chaque année paraît être de sept, comme celui des écailles nourricières. 4° Au centre du faisceau de feuilles et de l'oignon entier se trouve un bourgeon central, composé, à cette époque, d'une douzaine de fort petites écailles, dont les plus externes sont seules caractérisées, et dont les plus internes sont encore naissantes. Les premières étant épaisses, parcourues par sept nervures, sont déjà reconnaissables comme appartenant à la série des écailles nourricières de la nouvelle génération; quant aux dernières, il ne semble guère douteux qu'elles ne doivent devenir, au moins en partie, les feuilles de cette même génération, qui prendra tout son développement pendant la prochaine période végétative.

» Ainsi, à la fin de l'hiver, la bulbe adulte du *Lilium Thomsonianum* offre, de l'extérieur à l'intérieur : 1° quelques tuniques sèches, brunes, à nombreuses nervures, largement embrassantes; 2° sept grandes écailles nourricières, à base moins large, remarquables surtout parce qu'elles ont la faculté de produire de nombreux caïeux, à leur face interne, sur leurs nervures; 3° un faisceau de sept longues feuilles, largement embrassantes et à nombreuses nervures; 4° de jeunes écailles qui prendront tout

leur accroissement pendant la prochaine période végétative; 5° les rudiments des feuilles que fera pousser cette même période végétative. En d'autres termes, cet oignon réunit : 1° quelques restes de la végétation précédente; 2° la génération présente arrivée à l'apogée de son développement; 3° enfin la génération prochaine encore en voie de formation. Cette alternance d'organes dissemblables est constante, régulière, et l'on ne voit jamais de transition des uns aux autres.

» II. *Production de caïeux épiphylles chez le* Lilium Thomsonianum. — Ce sont les écailles nourricières qui, dans l'oignon formé, ont la faculté de produire, à leur face interne, les caïeux qui fournissent à ce Lis un puissant moyen de propagation; seulement cette faculté est à son maximum d'énergie dans les écailles internes, et elle va de là s'affaiblissant vers les externes, qui généralement en sont dépourvues.

» On a vu que chaque écaille a sept nervures. Dans sa portion inférieure et à sa face interne, elle est creusée, sur 10 ou 12 millimètres de longueur, de sept sillons ou fossettes allongées dont le fond correspond à une de ces nervures. Dans chaque fossette, la nervure qui en occupe le fond donne de bonne heure naissance à un caïeu sessile, sur un point situé à quelques millimètres de hauteur. Bientôt, au-dessus de ce premier caïeu, il en naît un deuxième; il peut même s'en former, plus tard encore, un troisième. On voit donc que chacune de ces écailles bulbillifères peut produire sept, quatorze caïeux ou même davantage, et, cette production étant à peu près égale d'ordinaire pour les quatre écailles les plus voisines du centre, il y a formation, dans un seul oignon et en une année, de cinquante à soixante caïeux épiphylles. Ce nombre est même souvent dépassé, soit parce que chaque écaille interne donne seize, dix-sept, dix-huit caïeux, soit parce qu'une ou deux des autres écailles situées plus en dehors deviennent aussi, quoique à un moindre degré, le siége d'un développement du même genre. La vigueur des plantes doit influer puissamment sur l'énergie avec laquelle s'opère leur multiplication par ce moyen, ou, en d'autres termes, sur la quantité de caïeux que produisent leurs écailles nourricières.

» Peu après leur naissance, les caïeux commencent à croître rapidement, et déjà au mois de mars on en voit qui ont plus d'un centimètre de longueur, tout en étant fortement renflés. En grossissant ainsi, ils manquent bientôt de place; ils se pressent les uns les autres, et se poussent par conséquent. Comme ils sont nés sessiles, il faut alors ou qu'ils soient séparés de

leur point d'attache, ou, ce qui arrive fréquemment, qu'en se soulevant ils arrachent une lanière du tissu de l'écaille; aussi paraissent-ils alors pédiculés avant de devenir finalement libres. Pendant ce temps, l'écaille qui leur a donné naissance s'épuise à les nourrir, se vide, s'amincit, devient flasque et ridée, après quoi elle s'altère et disparaît.

» III. *Végétation et développement des caïeux épiphylles du* Lilium Thomsonianum. — Dès leur très-jeune âge, les caïeux fixés à leur écaille-mère peuvent se comporter de deux manières différentes : les uns, en petit nombre, s'allongent immédiatement en une longue feuille verte et tubulée, ouverte à son extrémité; les autres, formant la grande majorité, restent courts, turbinés, surmontés d'un bec pointu et plus ou moins arqué. Dans l'un et l'autre cas, leur enveloppe externe est continue ou tubuleuse et n'offre qu'une petite ouverture terminale ; mais dans ceux qui restent courts, cette enveloppe, qui n'est qu'une feuille modifiée, est plus épaisse que dans les autres, renflée et fortement côtelée à l'extérieur. Sa cavité est plus ou moins allongée supérieurement en tube étroit, élargie dans sa partie inférieure qui renferme et cache un bourgeon central. Celui-ci donnera naissance, la première année, à un petit nombre d'écailles charnues nourricières et à deux ou trois longues feuilles normales ; les années suivantes, à des séries alternatives d'écailles charnues et de feuilles, et ainsi le caïeu passera graduellement à l'état d'oignon adulte. Mais une différence essentielle qui existe entre le caïeu de la première année et la bulbe qu'il constitue dès la seconde année, c'est que le premier offre, à l'extérieur, une seule tunique brune complète, parfaitement continue dans toute sa périphérie, tandis que le dernier n'est couvert que de tuniques incomplètes, en nombre égal à celui des feuilles qui ont existé pendant la végétation antérieure.

» IV. *Floraison du* Lilium Thomsonianum. — Je n'ai pas eu occasion d'observer la floraison de ce Lis ; mais M. Leichtlin, à qui je devais déjà presque tous les sujets des présentes observations, a bien voulu m'en envoyer, de Carlsruhe, un pied qui avait fleuri, et qui avait même donné des capsules. Je me suis ainsi assuré que, lorsque la bulbe de cette espèce a pu, par l'âge ou par suite de la suppression artificielle de ses caïeux, acquérir une force suffisante, son axe fondamental s'allonge considérablement par son sommet et donne par là une grosse tige fistuleuse, qui porte inférieurement des feuilles, supérieurement une grappe de belles fleurs roses, campanulées, pendantes. Ce développement d'une tige florifère épuise entièrement la plante, et à moins que, comme il arrive quelquefois, elle n'ait produit

préalablement un petit nombre de caïeux alors axillaires, selon toute apparence, il n'en reste absolument rien en terre. L'oignon de ce Lis est donc monocarpique; il diffère essentiellement en cela de celui qui existe chez plusieurs espèces du même genre, et qui, ne donnant pour tiges florifères que des productions latérales, peut fleurir plusieurs années sans périr. D'autres espèces de Lis, notamment ceux à rhizome, de l'Amérique du Nord, ont aussi un oignon monocarpique; mais l'organisation et le développement de cet oignon diffèrent complétement de ceux que je me suis proposé de faire connaître dans cette Note et qui paraissent appartenir en propre au Lis de Thomson. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation des variations des diamètres solaires; observation des protubérances et de la chromosphère; observation des étoiles filantes; aurore boréale observée à Rome le 10 août, à 10 heures du matin.* Lettre du P. **Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 27 août 1872.

« *Variations des diamètres solaires.* — Dans une Communication précédente, j'ai parlé des observations entreprises par le P. Rosa, à l'Observatoire, pour l'étude des variations des diamètres solaires. Une année entière s'est maintenant écoulée, pendant laquelle les observations ont été faites avec toute l'attention et le soin possibles. On a déterminé, par la chronographie, le passage au méridien, et l'on a employé quelquefois, comme contrôle, l'observation à l'équatorial. Le nombre des fils du réticule était de 19 ou 20; de sorte que chaque observation dépend d'environ 40 passages. L'erreur probable d'une observation, déduite des écarts entre la moyenne des 20 fils et les fils partiels, a été trouvée en moyenne de 0",31 d'arc, et le maximum s'élève à 0",50. L'équation personnelle, que l'on sait être assez petite avec la méthode chronographique, doit être vraisemblablement constante, pour la même personne, avec les mêmes moyens d'observation, les mêmes touches et les mêmes verres obscurs. Des soins ont été pris pour garantir l'instrument des variations de température, etc. Le nombre total des observations, faites du 12 juillet 1871 au 21 juillet 1872, est de 187. Tous ces diamètres ont été discutés et réduits par le P. Rosa à la distance moyenne, de manière à les rendre comparables. Nous ne pouvons donner ici que les résultats qui sont contenus dans la table A, où ils sont groupés comme nous l'indiquerons après :

TABLE A.

Latitudes.	Nombre des observations.	Diamètre.	Moyenne de 3 en 3 degrés.	Nombre des observations.
0	2	32′4″,31		
1	2	3,30	3,84	10
2	6	3,90		
3	5	3,82		
4	4	3,99	3,62	21
5	12	3,12		
6	7	3,98		
7	3	4,00	3,75	14
8	4	3,28		
9	11	3,47		
10	0	manque	2,86	17
11	7	2,25		
12	3	2,63		
13	12	2,89	3,30	23
14	8	4,38		
15	4	2,54		
16	3	2,57	2,66	13
17	6	2,88		
18	11	3,16		
19	7	3,33	2,87	24
20	6	2,11		
21	8	1,84		
22	8	2,70	2,18	22
23	6	1,99		
24	6	3,19		
25	15	2,86	2,86	42
26	22	2,52		
Total...	187			

» Les résultats originaux ont été représentés par des courbes, de différentes manières, pour en constater les particularités. Les courbes indiquées sur la figure ci-jointe se rapportent à une dernière disposition, adoptée pour la cause que nous indiquerons bientôt.

» La première chose qui nous frappa, dans l'examen des courbes, fut la grande différence entre les résultats partiels obtenus dans des séries de jours différents. En effet, bien que, comme nous venons de le dire, l'erreur probable n'atteigne pas une demi-seconde d'arc dans chaque observation, on trouve, entre les unes et les autres, des différences extrêmes de 3 secondes, 4 secondes et même 5 secondes. On ne peut l'attribuer *toujours*

à des irrégularités accidentelles, car ces différences : 1° persistent pendant plusieurs jours; 2° passent insensiblement d'une valeur à l'autre.

» Ainsi des valeurs très-faibles se manifestèrent dans le mois de juillet 1871, au commencement de septembre, au milieu de novembre et au commencement de mars et avril 1872; à ces époques de minimum, le diamètre était 32′ 1″ 5‴. Au contraire, des maxima très-persistants se manifestèrent après le milieu d'août, vers le milieu de septembre, pendant tout octobre et décembre, au commencement de février, où le diamètre était en moyenne de 32′ 4″ 5‴; après quoi, il diminua notablement.

» Pour reconnaître si ces variations étaient dues à des erreurs d'observations, nous nous adressâmes à M. Cacciatore, de l'Observatoire de Palerme, pour l'engager à faire faire des observations simultanées, avec ses instruments. Il eut la complaisance de nous en envoyer un grand nombre : leur discussion a prouvé l'existence d'un minimum à Palerme, correspondant au nôtre. Il y avait donc lieu de soupçonner des variations réelles.

» Pour examiner si ces variations étaient en relation avec les protubérances ou les taches, nous fîmes représenter également par des courbes, aux mêmes dates, les nombres des taches et des protubérances, en calculant leurs surfaces jour par jour.

» L'examen de ces courbes conduisit à un résultat manifeste et montra *que les diamètres systématiquement plus grands correspondaient aux époques du plus petit nombre de protubérances et de taches*. Cette conclusion inattendue nous fit voir que ces phénomènes pourraient présenter une relation dans le Soleil lui-même, relation susceptible d'une vérification plus détaillée.

» Le P. Rosa imagina alors de distribuer les observations des diamètres selon les degrés de latitude héliographique auxquels ils appartiennent, en déterminant chaque jour l'angle de position de l'équateur solaire. Le résultat de cette construction est représenté par la figure ci-contre. Les abscisses des courbes représentent les degrés de latitude solaire du point du disque tangent au méridien de la sphère céleste, au moment du passage. Les ordonnées sont les diamètres obtenus. Cette figure comprend quatre courbes, relatives aux quatre périodes de position occupées par le diamètre solaire sur la périphérie du disque, par rapport au mouvement diurne de la sphère céleste.

» La première AA′, du 12 juillet 1871 au 14 octobre;

» La deuxième BB′, du 15 octobre au 7 janvier 1872;

» La troisième CC′, du 13 janvier au 16 avril;

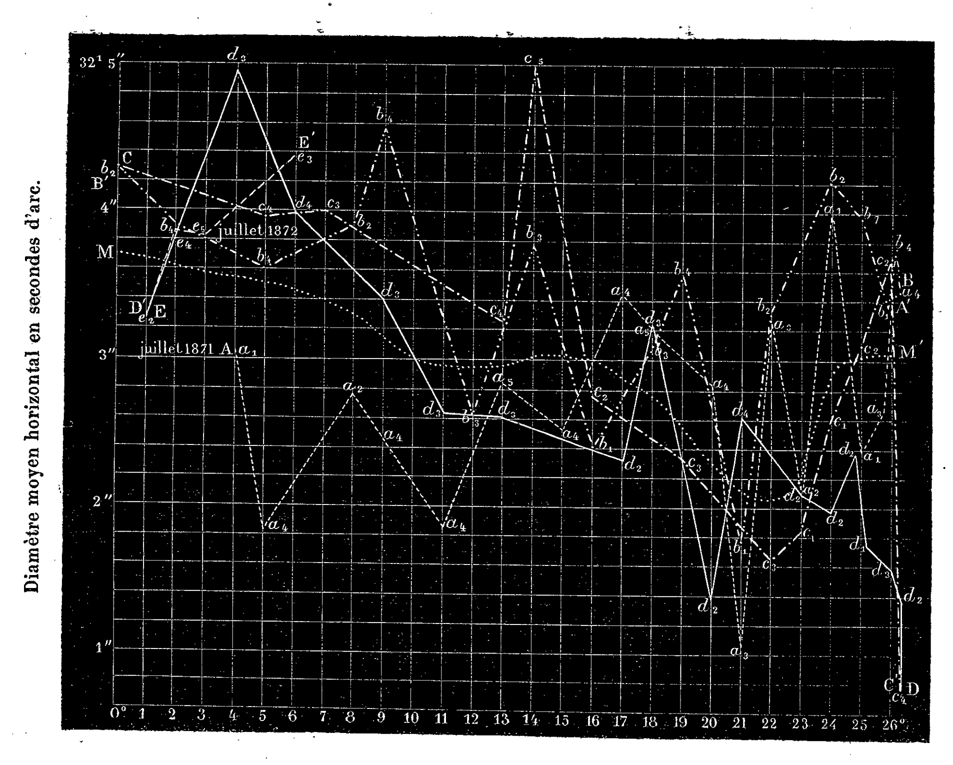
» La quatrième DD′, du 22 avril au 1er juillet;

» La cinquième EE′, du 7 juillet au 21;

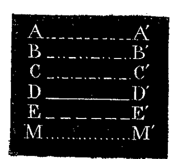
» La dernière est complémentaire de la première.

» Enfin on a construit une courbe moyenne MM′, qui résulte du groupement des observations partielles. La table ci-dessus donne les valeurs obtenues pour ces moyennes, de degré en degré, avec le nombre des observations relatives à chaque degré.

Courbes représentant la grandeur du diamètre solaire obtenu au passage au méridien pendant les années 1871 *et* 1872.



Déclinaison des parallèles solaires.



Du 12 juillet 1871 au 14 octobre 1871.
Du 15 octobre 1871 au 7 janvier 1872.
Du 13 janvier 1872 au 16 avril 1872.
Du 22 avril 1872 au 1er juillet 1872.
Du 7 juillet 1872 au 21 juillet 1872.
Courbe moyenne.

L'indice des lettres minuscules indique le nombre des jours d'observation d'où résulte le point.

» L'aspect général de ces courbes est assez singulier : de zéro à + 3 de-

grés, elles sont assez d'accord. On remarque que, de 3 à 16 degrés, elles se séparent notablement et se croisent en plusieurs sens ; leurs écarts montrent la variabilité observée dans les diamètres solaires. Mais, de 16 à 22 degrés, elles se rapprochent d'une manière frappante, et leur moyenne descend considérablement.

» Après ce minimum et ce rapprochement, les courbes se séparent de nouveau, jusqu'à la limite du maximum de latitude. La courbe moyenne remonte un peu, mais elle n'atteint pas la valeur maximum équatoriale.

Valeur moyenne, maximum entre zéro et ± 6 degrés...	32′3″74
Valeur minimum moyenne entre ± 21 et 23 degrés......	32′2″18
Différence..................	1″56

Cette différence est cinq fois plus considérable que l'erreur probable d'une observation isolée, et cependant le premier chiffre résulte de trente et une observations, et le second de vingt-deux.

» D'un autre côté, nous trouvons que la région comprise entre 20 et 23 degrés, qui est celle où se manifestent les minima dans les quatre courbes, est précisément celle dans laquelle l'activité solaire est la plus grande, comme cela résulte de l'examen des aires et des nombres des taches et des protubérances. Il en résulte que la valeur du diamètre solaire serait liée à l'état d'activité de l'astre : le disque aurait un diamètre minimum dans la région de l'activité la plus grande. Cette conclusion inattendue est d'accord avec la comparaison générale que nous venons d'indiquer entre la grandeur des diamètres et le nombre des protubérances.

» Nous sommes loin de donner cette conclusion comme définitive. Par ces recherches, nous n'avons pas d'autre prétention que d'inviter les astronomes à s'occuper de cette question : il nous paraît seulement que, dans l'état actuel de la science et après ces résultats, on peut raisonnablement douter de l'invariabilité absolue du diamètre solaire.

» Quant à l'explication du phénomène, c'est une autre question : avant de la formuler, il faut continuer les observations et voir si elles continuent à présenter les mêmes résultats. Nous poursuivons cette étude avec assiduité, et, pour étudier l'effet de l'équation personnelle, nous ferons prendre dorénavant les observations par deux observateurs indépendants, à deux instruments de passages différents.

» *Observations des protubérances.* — Je prends aussi la liberté de communiquer à l'Académie la suite des observations des protubérances; elle contient quatre autres rotations, du 23 avril 1872 au 12 août. Les tableaux ci-contre étant disposés comme les précédents (voir *Comptes ren-*

Résumé des observations des protubérances solaires du 23 avril au 12 août 1872.

ROTATIONS.	HÉMISPHÈRE NORD.									HÉMISPHÈRE SUD.									
	90° à 80°	80° à 70°	70° à 60°	60° à 50°	50° à 40°	40° à 30°	30° à 20°	20° à 10°	10° à 0°	0° à 10°	10° à 20°	20° à 30°	30° à 40°	40° à 50°	50° à 60°	60° à 70°	70° à 80°	80° à 90°	
Nombre des protubérances.																			
Rotat. XIV.	4	2	8	8	18	20	20	17	13	14	23	23	18	9	10	5	3	4	219
» XV..	1	1	2	15	18	19	18	19	22	21	17	27	24	14	6	1	4	"	229
» XVI.	3	1	3	14	17	28	17	29	23	22	28	35	24	20	11	3	1	2	281
» XVII.	"	1	2	6	30	27	30	32	23	27	30	29	28	33	14	3	"	"	315
Totaux...	8	5	15	43	83	94	85	97	81	84	98	114	94	76	41	12	8	6	1044
Nombre des protubérances de hauteur supérieure à 5 unités ou 40 secondes.																			
Rotat. XIV.	1	"	"	2	6	11	12	7	6	7	13	15	12	4	5	1	"	"	102
» XV..	"	"	4	12	14	11	11	10	11	11	7	14	15	8	3	"	"	"	131
» XVI.	"	"	1	9	10	17	4	12	10	11	17	28	11	11	5	"	"	"	146
» XVII.	"	"	"	3	16	15	14	18	10	11	12	15	11	15	2	1	"	"	143
Totaux...	1	"	5	26	46	54	41	47	37	40	49	72	49	38	15	2	"	"	522
Hauteur moyenne des protubérances.																			
Rotat. XIV.	3,8	3,5	3,0	4,2	4,4	5,5	5,2	5,5	4,7	5,4	4,7	5,9	4,9	5,4	5,4	1,9	3,0	3,5	4,44
» XV..	1,5	1,5	3,5	5,9	6,8	5,8	5,6	5,1	5,8	4,9	5,7	5,6	5,9	6,4	5,1	2,0	3,5	"	4,47
» XVI.	1,6	1,5	4,5	5,4	3,2	5,2	4,6	5,1	5,6	5,2	5,6	6,8	5,1	4,5	4,4	3,7	2,0	4,0	4,33
» XVII.	"	1,5	1,7	2,6	5,6	6,3	4,7	5,0	4,9	4,7	4,9	4,8	4,9	5,1	4,1	5,0	"	"	3,65
Moyennes.	1,7	2,0	3,2	4,5	5,0	5,7	5,0	5,2	5,2	5,0	5,2	5,8	5,2	5,3	4,7	3,1	2,1	1,9	4,22
Largeur moyenne des protubérances.																			
Rotat. XIV.	5,1	7,0	10,0	6,1	6,7	5,8	6,2	5,9	6,2	7,6	7,4	7,9	6,0	6,5	6,1	4,1	8,7	4,5	6,54
» XV..	2,5	5,0	7,5	6,0	6,6	6,4	6,6	5,9	6,4	5,6	6,4	5,9	6,4	5,1	8,1	5,0	4,5	"	5,55
» XVI.	3,3	5,0	4,2	5,3	6,3	5,9	5,7	5,7	7,0	6,4	6,3	7,1	5,6	5,1	4,1	5,5	1,5	2,5	5,14
» XVII.	"	5,0	3,2	3,1	6,7	6,8	5,7	6,6	6,0	6,2	5,8	5,7	6,0	4,7	3,8	4,2	"	"	4,42
Moyennes.	2,7	5,5	6,2	5,1	6,6	6,2	6,0	6,0	6,4	6,4	6,5	6,6	6,0	5,3	5,5	4,7	3,7	1,7	5,41
Aire moyenne des protubérances.																			
Rotat. XIV.	23,7	24,0	30,0	22,4	32,2	36,1	36,2	36,9	33,0	41,9	33,8	43,7	31,7	45,7	37,2	13,0	7,5	15,5	30,25
» XV..	7,5	"	25,0	34,4	51,5	40,8	40,6	32,3	37,9	31,7	43,2	41,4	41,6	35,7	43,6	20,0	15,5	"	30,15
» XVI.	11,8	"	19,0	30,0	31,7	32,9	28,6	33,2	41,9	38,9	37,7	53,1	31,5	25,0	18,9	20,0	6,0	10,0	26,12
» XVII.	"	15,0	10,5	16,4	41,1	49,6	28,9	33,5	31,2	31,0	29,9	27,9	32,0	25,6	16,2	23,0	"	"	22,87
Moyennes.	10,7	9,7	21,1	25,8	39,1	39,8	33,6	33,9	36,0	35,9	36,1	41,5	34,2	33,0	28,9	19,0	7,2	6,4	27,35
Étendue des facules.																			
Rotat. XIV.	"	5,0	"	2,6	5,7	6,8	7,2	7,2	6,3	4,8	8,5	7,0	5,0	4,7	8,5	5,0	3,2	2,5	5,00
» XV..	"	"	"	"	3,5	6,7	8,2	7,5	7,2	5,9	7,1	7,5	6,2	4,0	8,7	7,5	1,5	"	4,53
» XVI.	5,6	7,7	2,0	2,7	6,7	5,7	7,5	8,1	7,2	6,1	7,5	6,8	6,4	7,4	5,4	1,5	4,5	3,0	5,66
» XVII.	1,5	"	"	3,5	5,6	6,8	7,0	8,1	7,9	6,2	8,1	7,6	5,9	5,9	5,7	5,0	"	"	4,71
Moyennes.	1,8	3,2	0,5	2,2	5,4	6,5	7,5	7,7	7,1	5,7	7,8	7,2	5,9	5,5	7,1	4,7	2,3	1,4	4,97
Nombre des facules.																			
Rotat. XIV.	"	1	"	5	18	33	34	28	16	26	31	32	20	6	2	5	4	1	262
» XV..	5	"	"	"	5	21	26	33	23	21	29	25	18	7	4	4	1	"	217
» XVI.	1	3	2	3	20	26	39	39	36	32	44	40	24	11	8	1	2	2	337
» XVII.	"	"	"	2	6	22	42	40	41	45	47	38	24	16	6	1	"	"	331
Totaux...	6	4	2	10	49	102	141	140	116	124	151	135	86	40	20	11	7	3	1147

dus, t. LXXIV, p. 1319), je n'en répéterai pas l'explication; je dirai seulement que j'ai introduit dans la discussion un autre élément, savoir : la superficie de la protubérance. Cet élément est évalué d'une manière approximative, car il serait inutile et presque impossible de le donner exactement. On le calcule en multipliant le chiffre qu'exprime la base par celui qui représente la hauteur; comme l'unité de mesure de la base est double de celle qui est employée pour l'évaluation de la hauteur, nous arrivons à les regarder comme triangulaires. Avec cet élément, l'activité solaire ressort d'une manière plus nette. Voici le résultat obtenu pour les dix-sept rotations observées par nous jusqu'ici :

Rotation.	Aire (1).	Rotation.	Aire.	Rotation.	Aire.
I............	35,6	VII..........	25,5	XIII.........	26,27
II...........	39,7	VIII.........	20,5	XIV.........	30, 2
III..........	45,4	IX...........	31,0	XV..........	30, 2
IV...........	35,4	X............	25,6	XVI.........	26, 1
V............	35,0	XI...........	29,0	XVII........	22, 9
VI...........	25,2	XII..........	31,5		

» On voit bien que, après les cinq premières rotations, finissant en septembre, il y a eu une grande diminution d'activité, avec des oscillations en augmentation dans la neuvième (décembre 1871), la quatorzième et la quinzième. Maintenant, le Soleil est dans un état de calme relatif.

» A la suite des explosions dont j'ai parlé dans la précédente Communication, l'astre est entré dans une période de tranquillité relative; ce matin, il a présenté la première belle éruption : on ne peut prévoir ce qui arrivera ensuite. L'importance de ces recherches est extrême et il est très-important de les continuer.

» Ce qui est intéressant, c'est de voir la diversité d'activité actuelle en latitude, avec conservation du maximum principal, entre 20 et 30 degrés, pendant que le maximum secondaire est évanoui. Cependant, dans ces derniers jours, l'activité paraît renaître au pôle. La statistique du sens des protubérances nous a présenté le résultat suivant : dirigées vers les pôles + 532; opposées — 167; indifférentes ± 346.

» Quant aux observations de la chromosphère, au point de vue du magnésium, j'ai pu vérifier les observations de M. Tacchini; seulement elles demandent une augmentation dans la force dispersive du spectroscope, qui est maintenant composé de cinq prismes de flint très-lourd et très-dispersif, pour amoindrir l'influence de l'air, qui est toujours blanchâtre.

(1) Commencé le 23 avril 1872.

» La présence du magnésium tout autour du bord solaire peut être encore constatée d'une autre manière, par la disparition presque absolue de ses raies au bord. Rien de plus intéressant que de comparer les trois spectres suivants : 1° celui de l'intérieur du disque solaire ; 2° celui du bord ; 3° celui de l'atmosphère extérieure. Pendant que, dans l'intérieur et dans l'extérieur, les raies sont très-larges et bien tranchées, au bord elles deviennent minces, et souvent elles disparaissent sans se renverser. J'ai vérifié de nouveau ce que j'avais vu longtemps, que le renversement des raies n'est pas simultané pour toutes, et que l'on observe même le renversement du fer.

» Les observations des étoiles filantes en août ont été faites à l'Observatoire, au moyen du chronographe. La précision qu'on obtient par cette méthode la rend digne d'être recommandée aux astronomes. Les résultats seront publiés dans le *Bulletin*. Je dirai seulement ici que nous avons observé, à $11^h 7^m$, un bolide magnifique marchant lentement du côté de l'est. Ce bolide a été vu à Naples, à Velletri et à Palerme. J'attends les positions exactes, déterminées par mes correspondants : je les enverrai à l'Académie. Il présentera certainement quelque intérêt ; il était dirigé en sens contraire des Perséides.

» *P.-S.* — Le 15 de ce mois, nous avons eu une aurore boréale de jour, de 10 heures du matin à midi. Les magnétomètres ont été fortement troublés ; dans le ciel, à $10^h 30^m$, il s'est formé un arc de cirrus légers, du NNO au NE, couronné dans tout son contour de jets filamenteux, très-nombreux et fantastiques. Les formes de ces jets ressemblaient si parfaitement à celles des protubérances solaires, que certains de ces dessins, même pour des personnes très-accoutumées à ces observations, peuvent être pris pour des dessins de protubérances.

» Nous avons eu dernièrement (25 et 26 août) des nuages solaires, rayonnant et persistant d'une manière très-singulière. Cela prouverait de nouveau que les formes des protubérances ne supposent aucunement une émission par des orifices existant dans des parois solides ou liquides, mais qu'il suffit, pour produire ces formes, de modifications telles qu'elles peuvent se présenter dans une masse gazeuse, et analogues à la structure de nos nuages. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Théorie élémentaire des intégrales doubles et de leurs périodes* (suite). Mémoire de M. Max. Marie. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« *Théorème de l'indépendance de la valeur de l'intégrale double et des valeurs intermédiaires des variables, les limites restant les mêmes.* — Si $z = F(x, y)$ est l'équation d'une surface réelle que l'on veuille cuber, et qu'on ait au lieu de considérer les coordonnées x et y comme composées chacune de deux parties, α et β pour x, α' et β' pour y, l'élément

$$z\,dx\,dy, \text{ ou } z(d\alpha + d\beta)(d\alpha' + d\beta')$$

du volume cherché, correspondant à l'élément de surface $dx\,dy$, ou $(d\alpha + d\beta)(d\alpha' + d\beta')$, pourra être évalué de cinq manières différentes : il sera indifféremment exprimé par

$$F(x, y)(d\alpha + d\beta)(d\alpha' + d\beta'),$$

par

$$F(x, y)\,d\alpha\,d\alpha' + F(x + d\alpha, y)\,d\alpha'\,d\beta + F(x, y + d\alpha')\,d\alpha\,d\beta' + F(x + d\alpha, y + d\alpha')\,d\beta\,d\beta',$$

par

$$F(x, y)\,d\beta\,d\beta' + F(x + d\beta, y)\,d\alpha\,d\beta' + F(x, y + d\beta')\,d\alpha'\,d\beta + F(x + d\beta, y + d\beta')\,d\alpha\,d\alpha',$$

par

$$F(x, y)\,d\alpha\,d\beta' + F(x + d\alpha)\,d\beta\,d\beta' + F(x, y + d\beta')\,d\alpha\,d\alpha' + F(x + d\alpha, y + d\beta')\,d\beta\,d\alpha',$$

ou enfin par

$$F(x, y)\,d\beta\,d\alpha' + F(x + d\beta, y)\,d\alpha\,d\alpha' + F(x, y + d\alpha')\,d\beta\,d\beta' + F(x + d\beta, y + d\alpha')\,d\alpha\,d\beta'.$$

Il en est exactement de même si, x et y étant imaginaires, on a dû considérer à part leurs parties réelles et imaginaires α et $\beta\sqrt{-1}$ pour x, α' et $\beta'\sqrt{-1}$ pour y.

» Le fait tient simplement à ce que les facteurs finis

$$F(x + d\alpha, y),\ F(x + d\beta\sqrt{-1}, y),\ F(x, y + d\alpha'),\ F(x, y + d\beta'\sqrt{-1}),$$
$$F(x + d\alpha, y + d\alpha'),\quad F(x + d\alpha, y + d\beta'\sqrt{-1}),$$
$$F(x + d\beta\sqrt{-1}, y + d\alpha'),\quad F(x + d\beta\sqrt{-1}, y + d\beta'\sqrt{-1})$$

ne diffèrent de $F(x, y)$ que par des infiniment petits, dont les produits par les deux facteurs différentiels qui entrent dans le même terme sont négligeables, comme étant du troisième ordre.

» Mais il ne résulte rien de l'identité des cinq formes de l'élément $z(d\alpha + d\beta)(d\alpha' + d\beta')$, tandis que l'égalité des cinq valeurs de l'élément

$$z(d\alpha + d\beta\sqrt{-1})(d\alpha' + d\beta'\sqrt{-1})$$

montre que l'on peut intervertir l'ordre des variations des parties réelles et imaginaires de x et de y, c'est-à-dire changer infiniment peu, et ensuite d'une manière finie, la suite double des systèmes de valeurs attribuées à x et à y, sans que l'intégrale I change.

» En effet, en reportant d'abord chaque $d\alpha$ et chaque $d\alpha'$, par exemple, sur le dx et le dy précédents, puis encore chaque nouveau $d\alpha$ et chaque nouveau $d\alpha'$ sur le nouveau dx et le nouveau dy précédents, etc., on changera les lois de progression de x et de y; et pourvu que les limites restent les mêmes, l'intégrale I ne variera pas.

» Toutefois, la démonstration suppose que, dans le cours de la déformation du système de valeurs prises par x et y, il ne puisse pas arriver que $\frac{dz}{dx}$ et $\frac{dz}{dy}$ deviennent infinis ou multiples, sans quoi, ou bien les différences entre $F(x, y)$ et $F(x + d\alpha, y)$, $F(x + d\beta\sqrt{-1}, y)$,... cesseraient d'être infiniment petites, ou bien z, partant de valeurs multiples, pourrait ensuite prendre des valeurs différentes, lorsque x et y continueraient à varier.

» Si donc $f(x, y, z) = 0$ est l'équation qui définit z, ce n'est qu'autant que, dans leur déformation continue, les systèmes de valeurs intermédiaires de x et de y ne satisferont à aucun moment, en tout ou en partie, à la condition

$$\frac{df}{dz} = 0,$$

qu'on pourra affirmer, sans examen, que l'intégrale sera restée la même.

» On retrouve ainsi, sous la même forme que lui avait donnée Cauchy,

pour les intégrales simples, la condition pour que l'intégrale double correspondant à un ensemble fermé de valeurs des variables ne soit pas nulle.

» Comme je l'ai déjà fait remarquer pour les intégrales simples, cette forme n'est pas la meilleure, en ce sens que la condition négative ou indirecte exprimée pourrait être remplacée par des conditions directes et positives.

» En effet, les variables α, α', α'', β, β' et β'' étant liées entre elles par quatre équations

$$f = 0, \quad \varphi = 0, \quad \varphi_1 = 0,$$

l'une quelconque des six est en réalité une fonction de deux des autres prises à volonté, de sorte que les sommes

$$\Sigma\alpha'' d\alpha\, d\alpha', \quad \Sigma\alpha'' d\beta\, d\beta', \quad \Sigma\alpha'' d\alpha\, d\beta', \quad \Sigma\alpha'' d\beta\, d\alpha',$$
$$\Sigma\beta'' d\alpha\, d\beta', \quad \Sigma\beta'' d\beta\, d\alpha', \quad \Sigma\beta'' d\alpha\, d\alpha', \quad \Sigma\beta'' d\beta\, d\beta'$$

représentent des segments des corps terminés par les surfaces dont les coordonnées seraient les variables qui sont dénommées dans chacune. Or, si les dérivées partielles de la coordonnée α'' ou β'', qui entre en facteur sous le signe Σ, par rapport à celles dont le même signe contient les différentielles, ne deviennent pas infinies, cette coordonnée α'' ou β'' ne pourra prendre qu'une seule valeur pour chaque système de valeurs des deux autres; par conséquent, quand ces deux autres repasseront en sens inverses par les mêmes valeurs qu'elles avaient prises d'abord, les éléments nouvellement engendrés détruiront les anciens.

» Pour que l'intégrale correspondant à un ensemble fermé de valeurs des variables ne soit pas nulle, il faudra que, parmi les solutions des équations

$$f = 0, \quad \varphi = 0, \quad \varphi_1 = 0,$$

qui définissent cet ensemble fermé, il y en ait qui satisfassent aux conditions

$$\frac{d\alpha''}{d\alpha} = \infty, \quad \frac{d\alpha''}{d\alpha'} = \infty, \quad \frac{d\beta''}{d\alpha} = \infty, \quad \frac{d\beta''}{d\alpha'} = \infty,$$
$$\frac{d\alpha''}{d\beta} = \infty, \quad \frac{d\alpha''}{d\beta'} = \infty, \quad \frac{d\beta''}{d\beta} = \infty, \quad \frac{d\beta''}{d\beta'} = \infty,$$

ou au moins à quelques-unes d'entre elles. »

OPTIQUE. — *Sur les causes de la polarisation elliptique, par réflexion sur les corps transparents.* Note de **M. A. Potier.**

(Commissaires : MM. Jamin, de Saint-Venant.)

« Les formules par lesquelles Cauchy a représenté les amplitudes et les différences de phase des rayons réfléchis ou réfractés, à la surface commune de deux milieux transparents, ont été vérifiées par les expériences de M. Jamin, sauf en ce qui concerne les valeurs relatives des coefficients d'ellipticité, qui n'ont pas paru pouvoir être considérés comme la différence de deux constantes spécifiques des milieux séparés par la surface réfléchissante.

» Indépendamment de cette circonstance, qui jette un doute sur les principes de cette théorie, il a toujours semblé difficile d'admettre l'existence des rayons, évanescents ou à vibrations longitudinales, en lesquels doivent se transformer partiellement les rayons lumineux proprement dits. De plus, l'illustre géomètre ne semble pas avoir tenu compte de ce que la discontinuité de la matière n'entraîne pas celle de l'éther, du moment que l'on admet que ce dernier est modifié par la matière pondérable d'une manière sensible jusqu'à une certaine distance des molécules.

» On démontre, en acceptant cette hypothèse, que, si l'éther passe graduellement, de l'état où il se trouve dans un milieu, à l'état où il se trouve dans un autre, la réflexion à la surface de séparation des deux milieux est elliptique; et, en supposant que le produit d'une quantité plus petite que l'épaisseur de la couche mixte dans laquelle ce passage a lieu, par la dérivée de l'indice par rapport à la perpendiculaire à la surface de séparation, soit suffisamment petit pour que son carré soit une fraction négligeable du carré de la longueur d'onde, on retrouve pour l'intensité des rayons réfléchis ou réfractés dans les deux azimuts principaux et pour leur différence de phase les formules de Cauchy. Dans cet ordre d'idées, le coefficient d'ellipticité détermine une limite inférieure de l'épaisseur de la couche mixte. On retrouve, comme dans la théorie de Cauchy, que la lumière qui a traversé une lame à faces parallèles est polarisée rectilignement, mais on ne retrouve pas la relation qui devrait unir les coefficients d'ellipticité de trois substances prises deux à deux. Les nombreuses vérifications expérimentales de M. Jamin s'appliquent donc aussi bien, sinon mieux, à cette théorie.

» Celle-ci conduit, de plus, à des résultats nouveaux. Il résulte, en effet, de la même hypothèse qu'il existe toujours, dans l'épaisseur de la couche mixte, une surface parallèle à la surface de séparation, et qui jouit au point de vue optique des propriétés suivantes : le rayon incident, le réfléchi et le réfracté, lorsqu'ils sont polarisés dans le plan d'incidence, sont concordants sur cette surface, quelle que soit l'incidence, et se comportent rigoureusement suivant les lois de Fresnel. Cette surface, qui au point de vue optique est la surface de séparation des milieux, se trouve à des profondeurs variables, lorsque, l'un des milieux restant le même, l'autre varie; de sorte que l'épaisseur optique d'une lame mince varie avec la nature des milieux qui la limitent.

» Les expériences suivantes vérifient ces conséquences de la théorie :

» 1° Si l'on choisit une lame mince de verre, donnant des anneaux dans la lumière monochromatique du sodium, et que, derrière cette lame, se trouve un liquide qui en baigne une partie, les anneaux observés sous l'incidence normale sont brisés suivant la ligne de séparation du liquide et de l'air.

» 2° Si l'on produit des anneaux colorés entre une lentille de grand rayon et un plan, convenablement pressés, on peut s'assurer que la distance de la lentille et du plan reste invariable quand on introduit une goutte de liquide dans l'appareil, parce que les anneaux ne se déforment qu'au moment même où ils sont atteints par le liquide; en étudiant les diamètres de ces anneaux sous diverses incidences, et en interposant différents liquides, on trouve pour l'épaisseur de la lame mince des nombres différents, qui pour les liquides étudiés ont été décroissants quand l'indice augmentait. Cette variation d'épaisseur a atteint $\frac{1}{10}$ de la longueur d'onde du jaune, lorsqu'on compare l'air au sulfure de carbone. Si l'on dispose de lentilles bien sphériques, on reconnaît facilement que les carrés des diamètres des anneaux D sont liés au rang n de ceux-ci par une équation de la forme $D^2 = An - B$, A variant avec le liquide interposé et l'incidence, tandis que B ne varie qu'avec la nature du liquide et est indépendant de l'incidence. Sans faire de mesures, on peut constater le phénomène, en introduisant entre les deux verres une très-petite quantité de liquide, et observant les anneaux aux différents points de la ligne de contact de l'air et du liquide; si, par un choix convenable de l'incidence, on amène l'anneau de rang n dans l'air à coïncider avec l'anneau de rang n' dans le liquide, les anneaux de rang $2n$ et $2n'$ ne coïncideront pas rigoureusement, comme cela devrait avoir lieu si les épaisseurs optiques du liquide et de l'air étaient les mêmes.

» Si l'on fait interférer deux faisceaux après réflexion sur la base d'un prisme isoscèle (sous une incidence telle que la réflexion ne soit pas totale), les franges d'interférence se déplaceront si l'on mouille l'endroit où l'un des faisceaux est réfléchi ; et, dans le cas où le liquide est plus réfringent que la substance du prisme, le déplacement n'est pas exactement d'une demi-frange. Le faisceau réfléchi par le liquide est retardé, comme s'il était réfléchi par une surface située au delà de la surface de réflexion de l'air. De l'incidence et du déplacement des franges on peut déduire la distance de ces deux surfaces. J'ai retrouvé ainsi le nombre donné plus haut, c'est-à-dire $\frac{1}{20}$ de la longueur d'onde du jaune, soit environ 30 millioniémes de millimètre, pour la distance des surfaces optiques de séparation d'un crown d'une part, de l'air et du sulfure de carbone de l'autre.

» Toutes ces expériences ont été faites avec de la lumière polarisée dans le plan d'incidence. »

MM. **Buss** frères adressent de Berne, par l'entremise de M. *Armengaud*, la description et les dessins d'un régulateur à force centrifuge. Ce régulateur fonctionne actuellement à l'Exposition de Lyon. Les auteurs joignent à la description de l'appareil, écrite en français, un Mémoire publié en allemand, qui en donne la théorie.

(Commissaires : MM. Morin, Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. **Lovén**, nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse, de Stockholm, ses remercîments à l'Académie.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Résultats produits par l'insolation sur diverses espèces de verres.* Note de M. **Th. Gaffield**, présentée par M. Chevreul.

« Les résultats de l'insolation de différentes espèces de verres, obtenus par M. Thomas Gaffield, de Boston, pendant neuf années, et relatés dans une Note de M. Bontemps, qui y a ajouté ses propres expériences, ont été présentés par M. Peligot à l'Académie dans sa séance du 22 novembre 1869 et reproduits dans les *Comptes rendus*, t. LXIX, n° 21.

» Les principaux résultats peuvent être résumés ainsi qu'il suit :

» 1° *Verres contenant une faible proportion de manganèse.* — Si le verre a une nuance verdâtre ou jaunâtre (vu par la tranche), les rayons du soleil

lui impriment d'abord une nuance d'où le bleu tend à disparaître, c'est-à-dire qu'il devient d'un vert plus jaune; après une plus longue exposition, le jaune domine davantage, puis la teinte devient jaune brun, pelure d'oignon, puis enfin violette. Si le verre avait primitivement sur sa tranche une légère nuance violacée, cette teinte augmente à mesure que l'exposition se prolonge.

» Si le verre contenant de l'oxyde de manganèse a pris une teinte plus ou moins violette par l'exposition au soleil, et qu'on lui fasse subir une température rouge brun dans un moufle, il reprend sa couleur primitive; puis, si on le réexpose aux rayons du soleil, il se comporte comme précédemment, c'est-à-dire qu'il devient successivement plus jaunâtre, jaune brun, pelure d'oignon et violet.

» M. Gaffield présente, à ce sujet, un fragment de glace faisant partie d'une devanture de boutique, qui est devenu d'un violet assez intense. Le bord de cette glace, recouvert par le mastic, est resté blanc jaunâtre; un morceau de la partie violette, chauffé dans le moufle, a repris la couleur de la portion protégée par le mastic, et une portion du morceau qui avait été chauffé a repris encore la couleur violette sous l'influence de la lumière.

» 2° Un beau verre blanc, de la glace par exemple, s'il ne contient pas de manganèse, s'il a été fabriqué avec du beau sable blanc, du carbonate de soude ou du carbonate de potasse et de la chaux, prend assez rapidement au soleil une légère nuance jaune (aucune glace blanche n'a fait exception). Par une plus longue exposition (plusieurs mois et même plusieurs années), cette nuance a pris un peu plus d'intensité, mais toutefois dans des limites restreintes.

» 3° Il est à remarquer que les verres qui contiennent de l'oxyde de plomb ne paraissent pas influencés par leur exposition au soleil; ainsi non-seulement des flint-glass contenant 40 et 30 pour 100 d'oxyde de plomb, mais même des verres n'en contenant que 5 pour 100, n'ont pas éprouvé de changement sensible après plusieurs années d'exposition.

» 4° Les verres à vitres ou glaces, qui ont sur leur tranche une légère teinte azurée (dépourvue de jaune), ne paraissent pas non plus influencés par leur exposition aux rayons du soleil. Dans quelques cas seulement, des verres à vitres ayant une teinte azurée sont devenus d'un bleu un peu plus intense.

» 5° On fabrique, pour les peintres-verriers, des verres colorés par l'oxyde de fer et l'oxyde de manganèse, d'une teinte un peu claire, et des-

tinés aux figures et aux diverses parties du corps; leur teinte varie d'un jaune brun sombre à un brun plus violacé et au violet clair, selon que l'un des deux oxydes prédomine plus ou moins. L'exposition de tous ces verres au soleil augmente de plus en plus l'action du manganèse, c'est-à-dire donne plus d'intensité à la nuance violette. »

Observations et résultats d'expériences, annexés à la Note de M. Gaffield; par M. **Chevreul**.

« M. Thomas Gaffield, de Boston, a commencé en 1863 ses études sur la coloration des glaces en violet sous l'influence de la lumière du soleil, et il les a poursuivies avec une louable persévérance jusqu'à ce jour. Ce travail se recommande par l'esprit de méthode qui l'a dirigé.

» La première publication de l'auteur remonte à l'année 1865, comme on peut le voir dans le neuvième volume des *Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Boston*. M. Peligot et M. Bontemps en ont entretenu l'Académie en 1869.

» J'ai l'honneur de déposer sur le bureau un extrait des derniers travaux de M. Gaffield.

» Mais ayant eu, le 30 d'août, l'avantage de recevoir l'auteur et M. Bontemps aux Gobelins, je me suis livré avec eux à la détermination des couleurs de cinq échantillons de glace qui ont été soumis aux expériences.

Le n° 1 est la glace à l'état normal, d'origine française ou belge; elle a été obtenue par le coulage.
Le n° 2 a été exposé un jour à la lumière du soleil.
Le n° 3 une semaine.
Le n° 4 un mois.
Le n° 5 une année.

Chaque numéro a	une épaisseur de	3	millimètres.
»	une largeur de	50	»
»	une longueur de	100	»

» Les déterminations de couleurs, conformément aux cercles chromatiques, ont été faites dans les circonstances suivantes sur chaque échantillon vu dans une chambre éclairée par la lumière d'une fenêtre ordinaire.

» 1re CIRCONSTANCE : *L'échantillon est placé à plat sur une assiette de porcelaine blanche.* — C'est le moyen, si l'échantillon est coloré, d'observer la teinte dans le cas où elle a le plus d'intensité : la couleur résulte surtout de la lumière colorée réfléchie à la surface de la glace et de la lumière

qui la traverse, et qui, elle-même, réfléchie sur la porcelaine, retraverse la glace.

» Il ne faut pas oublier que, lorsque les verres de nos fenêtres présentent des carreaux d'une teinte verdâtre en même temps que des carreaux incolores, la différence de teinte apparaît observée du dehors par réflexion, bien plus forte qu'observée dans la chambre par la simple transmission, parce que, dans ce dernier cas, la teinte est affaiblie par la vivacité de la lumière blanche transmise avec la lumière colorée.

» 2ᵉ CIRCONSTANCE : *Teinte observée sur la tranche, c'est-à-dire sur une épaisseur de 50 millimètres.* — C'est surtout la *couleur réfléchie* et non la *couleur vue par transmission* qui apparaît; mais ici une remarque est nécessaire.

» Lorsque l'épaisseur de la glace est moindre que 3 millimètres, on peut apercevoir une couleur fort différente de celle que présenterait cette glace si elle avait, par exemple, 5 millimètres d'épaisseur et plus *a fortiori:* cela tient à cette circonstance que de la lumière blanche pénètre dans le verre par les deux surfaces de la glace polie et arrive à l'œil par transmission avec la lumière colorée.

» 3ᵉ CIRCONSTANCE : *Teinte observée lorsque le spectateur, faisant face au jour, regarde la glace posée à plat sur l'assiette de porcelaine sous un angle convenable pour voir la couleur de la tranche, qui alors est fortement éclairée par de la lumière transmise.* — Il est remarquable que, dans cette circonstance, la couleur paraît *franche*, c'est-à-dire non *rabattue* sensiblement par du noir, comme paraît l'être la glace observée dans la 1ʳᵉ *circonstance*.

Désignation des échantillons et durée de leur exposition.	1ʳᵉ CIRCONSTANCE. Vue à plat sur une assiette de porcelaine blanche.	2ᵉ CIRCONSTANCE. Vue sur la tranche de 50 millimètres.	3ᵉ CIRCONSTANCE. Vue par transmission de la lumière tombant sur la glace placée horizontalement et s'échappant par la tranche, le spectateur étant placé face à la fenêtre.
1, glace normale.	2 vert $\frac{3}{10}$ 1 ton	jaune $\frac{5}{10}$ 10 ton	3 orangé jaune 4 ton
2, 1 jour d'exp^{on}	»	5 orangé jaune $\frac{5}{10}$ 10 ton	2 orangé jaune 4 ton
3, 1 semaine *id.*	»	2 orangé jaune $\frac{6}{10}$ 10 ton	5 orangé 4 ton
4, 1 mois *id.*	3 rouge orangé $\frac{6}{10}$ 1^{t},5	3 orangé jaune $\frac{6}{10}$ 10 ton	2 rouge orangé 5 ton
5, 1 année *id.*	4 violet $\frac{4}{10}$ 4 ton	1 bleu-violet $\frac{8}{10}$ 10 ton	2 violet rouge 7 ton

» Enfin, j'ajouterai à ces déterminations celles d'un verre

D'épaisseur	3 millimètres,
De largeur	25 »
De longueur	50 »

qui avait été exposé, comme vitre, à la lumière pendant quarante ans, pense M. Thomas Gaffield :

1re circonstance.	2e circonstance.	3e circonstance.
1 violet 8 ton	vert-bleu $\frac{9}{10}$ 12 ton	3 violet 9 ton

» Sous l'influence de la lumière durant un an, le verre, après avoir perdu du bleu, prend du jaune, puis du rouge, et enfin passe au 2 violet-rouge en prenant du bleu, et enfin au 3 violet si l'exposition se prolonge; de sorte que, si un cercle chromatique comprend 72 gammes de couleur, le verre peut passer par 47 gammes successivement.

» Mais une observation bien remarquable, faite récemment par M. Thomas Gaffield, est la décoloration du verre violet, par une chaleur de quelques heures, au rouge brun de moufle, et la recoloration de ce même verre décoloré par une exposition nouvelle à la lumière. Ainsi *voilà deux effets contraires produits alternativement par la lumière et par la chaleur.*

» On sait que les verres dans lesquels il y a du manganèse sont les seuls qui présentent ces phénomènes; et, grâce à M. Bontemps, on sait encore qu'ils cessent de les manifester, s'ils renferment au moins 0,05 de protoxyde de plomb.

» Je passe à un sujet fort différent, à beaucoup d'égards, de celui dont je viens de parler : il s'agit de quelques faits additionnels à une Communication à l'Académie relative à une *cristallisation ascendante* observée dans une matière composée de plusieurs sels barytiques dont les acides provenaient de la décomposition de matières azotées opérée au milieu de l'eau (1).

» Cette *cristallisation* présentait le fait remarquable d'une matière opaque formée de petits globules cristallins qui s'étaient élevés au-dessus d'une surface plane solide, au-dessous de laquelle se trouvait une matière visqueuse retenant de l'eau. Un globule hémisphérique de quelques millimètres s'était produit d'abord au milieu de la surface de la matière contenue dans une capsule, puis peu à peu une matière s'était élevée de plusieurs centimètres, et une nouvelle matière ascendante avait grossi la première en diminuant graduellement de hauteur du milieu à la circonférence.

» Je présente à l'Académie un verre de montre où une nouvelle matière ascendante est sortie d'une masse d'apparence vitreuse, qui aujourd'hui

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV : 1re Note, p. 774; 2e Note, p. 957.

n'a plus que de 1 à 2 millimètres d'épaisseur, tandis qu'on remarque au-dessus la matière ascendante opaque de 2 centimètres de longueur sur une largeur moyenne de 1 centimètre; enfin, dans une autre partie, la matière ascendante présente 9 *cupules* ou *couronnes* opaques.

» Un autre verre présente une matière ascendante opaque disposée tout autrement en *cupules* ou *couronnes* seulement.

» Enfin je présente un troisième verre de montre où une matière d'aspect vitreux s'est changée spontanément en aiguilles satinées.

» La *matière vitreuse* paraît en ce cas, par son aspect, bien différente de la *matière opaque ascendante*, vue dans l'état où la présentent les deux premiers verres de montre, et ce qui semble en prouver la différence, c'est que j'ai obtenu de la *matière opaque ascendante* dans un verre de montre où il n'y avait pas pour ainsi dire de matière vitreuse. Cependant, les choses ne sont point aussi nettes qu'elles le paraissent; car de la matière opaque, qui semblait homogène et qu'on aurait présumé ne donner, de sa solution dans l'eau, évaporée spontanément, que de la matière opaque, a donné une quantité notable de matière vitreuse; à la vérité cette matière opaque se présentait plutôt sous la forme de *madrépore* que sous celle de *cupules*, de *couronnes* ou de *petits cratères*.

» Si je fais cette remarque, c'est pour justifier auprès de l'Académie la lenteur de mes publications sur le suint et les acides des cadavres.

» Les motifs qui m'ont fait joindre cette Communication à celle de M. Gaffield :

» C'est l'apparition de la *matière ascendante* dans une matière d'apparence vitreuse, mais où, je le reconnais, il y avait de l'eau dans les couches inférieures.

» C'est la cristallisation d'aiguilles satinées apparues dans une matière d'apparence vitreuse, qui, si elle contenait de l'eau, en renfermait moins certainement que la matière vitreuse qui donne lieu à la manifestation de la matière ascendante.

» Enfin, une dernière remarque sur les belles observations de M. Gaffield, c'est que des phénomènes du ressort des actions moléculaires se passent dans des matières absolument solides et justifient l'observation que je fis à M. Biot lorsqu'il opposait à l'analyse chimique l'examen de la nature des corps déduite de l'observation de la déviation du plan de la lumière polarisée, au point de vue de la certitude des résultats : je lui disais que l'examen optique appliqué à un liquide sucré pouvant contenir deux sucres doués de pouvoirs contraires, arrivait alors à un résultat négatif

qui n'était pas celui de la vérité, et j'ajoutais que la lumière était elle-même une force physique capable de troubler des arrangements moléculaires soumis à son influence. Non-seulement mon expérience autorisait l'observation que je lui faisais, mais j'étais bien sûr, par une observation plusieurs fois répétée, de 1805 à 1812, que des verres d'une teinte verdâtre, qui se trouvaient dans l'amphithéâtre de M. Vauquelin, rue du Colombier, où je travaillais, placés dans un châssis vitré exposé à la lumière du soleil de midi, à côté de verres incolores, perdaient cette teinte après une certaine durée d'insolation. A la vérité, je ne sache pas que mon observation ait été jugée exacte par ceux à qui je l'ai communiquée dans le temps; mais aujourd'hui elle est pleinement constatée par les expériences de M. Gaffield. »

MÉCANIQUE. — *Sur les lignes de faîte et de thalweg; réponse aux observations de M.* Boussinesq; *par* **M. C. Jordan.**

« J'ai présenté récemment à l'Académie (séance du 3 juin 1872) quelques réflexions tendant à établir que les lignes de faîte et de thalweg, que l'on considère en topographie, ne se distinguent en rien, sur leur parcours, des autres lignes de plus grande pente, et que leur seul caractère particulier est de passer par les cols. M. Boussinesq vient de critiquer cette manière de voir (séance du 22 juillet). Ces objections inattendues, formulées par un géomètre aussi distingué, sont à mes yeux une preuve de l'opportunité de mes observations, et je me propose d'y répondre en peu de mots.

» *Première objection.* — Tout le monde a le sentiment des lignes de faîte et de thalweg, et peut les tracer sans avoir besoin de remonter au col. Donc elles doivent avoir un caractère particulier, qui les rend reconnaissables.

» On peut répondre à cet argument que l'observateur situé dans une vallée, dont il cherche à déterminer le thalweg, n'a pas besoin d'être en vue du col pour avoir un renseignement important sur sa situation. Il sait qu'il se trouve entre les deux chaînes de montagnes, qui bordent la vallée à droite et à gauche. Il voit les lignes de plus grande pente, qui descendent de ces montagnes, se rapprocher rapidement les unes des autres à leur partie inférieure, et, par suite, il peut tracer assez approximativement le thalweg qui doit se trouver entre deux. Il n'est nullement nécessaire pour cela qu'il reconnaisse à cette ligne un caractère géométrique spécial.

» *Seconde objection.* — La plupart des vallées ne se terminent pas à un col, mais à un amphithéâtre. Elles ont pourtant des thalwegs.

» Je répondrai que les cirques, à pentes abruptes (sinon tout à fait verticales), si fréquents dans les pays de montagnes, et dont parle ici M. Boussinesq, ne terminent pas les vallées. Ce sont de simples ressauts qui se trouvent sur leur parcours. Les ruisseaux qui tombent en cascade dans la plupart de ces amphithéâtres manifestent l'existence des bassins supérieurs. Pour mon compte, je n'ai jamais vu de vallée qui, suivie dans toute son étendue, n'aboutisse pas à un col, et je serais étonné qu'on pût en citer un seul exemple authentique.

» M. Boussinesq, reprenant ensuite la question, aboutit à la définition suivante :

« Une ligne de faîte est une ligne de laquelle se détachent sur tout son parcours des lignes de plus grande pente, qui en étaient d'abord à des distances nulles ou imperceptibles, et qui s'en éloignent à des distances notables; un thalweg est une ligne à laquelle, sur tous les points de son parcours, viennent se réunir en toute rigueur, ou du moins asymptotiquement, des lignes de plus grande pente qui en étaient d'abord à des distances sensibles; au contraire, les lignes de plus grande pente ordinaire sont, sur *tout* leur parcours, contiguës à leurs voisines. »

» Cet énoncé, dont l'auteur ne donne d'ailleurs aucune démonstration précise, me paraît impliquer une contradiction. Soient en effet P, Q deux lignes de plus grande pente, ayant l'une et l'autre pour asymptote (1) le thalweg T. Elles seront asymptotes l'une à l'autre, et par suite seront infiniment voisines dans une partie de leur parcours, bien qu'au commencement elles fussent à distance finie l'une de l'autre; résultat contraire à la phrase qui termine la définition.

» On peut aller plus loin, et prouver qu'*il n'existe en général aucune ligne de plus grande pente jouissant sur tout son parcours de propriétés spéciales.* Supposons en effet qu'on eût une semblable ligne ABCD. Par les points B

---

(1) L'asymptotisme dont parle M. Boussinesq n'est qu'approximatif, les lignes de plus grande pente tracées à la surface de la terre ne pouvant avoir une longueur indéfinie. Pour être exact, on devrait dire que le thalweg et les lignes de pente qui s'en rapprochent aboutissent au fond du même creux. Néanmoins, si l'on se borne à considérer ces lignes dans une partie de leur parcours, on observe entre elles une convergence analogue à celle que présenteraient deux lignes asymptotes l'une à l'autre. Quant à la réunion *en toute rigueur* des lignes de pente avec le thalweg, sur tous les points de son parcours, elle ne saurait avoir lieu que si le thalweg est une ligne singulière. Or ce cas exceptionnel et mal défini, d'une surface présentant des singularités, doit en bonne logique être exclu d'un premier examen.

et C, pris arbitrairement sur cette ligne, traçons deux lignes $\mathcal{B}$ et $\mathcal{C}$ qui partagent la vallée en trois parties, supérieure, moyenne et inférieure. Faisons varier progressivement la forme de la partie moyenne, sans rien changer à celle des parties supérieure et inférieure, et en ayant soin de conserver le raccordement des surfaces et de leurs plans tangents le long des lignes $\mathcal{B}$ et $\mathcal{C}$. La ligne AB sera encore une ligne de pente dans la vallée supérieure; elle se prolongera dans la partie moyenne par une ligne de pente BC′, qui rencontrera $\mathcal{C}$ en un nouveau point C′ généralement différent de C; enfin elle se poursuivra dans la vallée inférieure par une ligne C′D′ différente de CD.

» Cela posé, la propriété géométrique que l'on a supposée commune à tous les points de ABCD devra appartenir, dans la surface déformée, à tous les points de AB, et par suite à ceux de la ligne BC′D′ qui en est le prolongement. Donc cette propriété appartient aux points de C′D′ tout comme à ceux de CD, et ne peut servir à caractériser ces derniers. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants d'induction développés dans la machine de* M. Gramme (suite). Note de **M. J.-M. Gaugain** (1).

« La théorie de la machine de M. Gramme se trouve rattachée à l'expérience que j'ai mentionnée dans le n° 2 de ma première Note, et les résultats de cette expérience sont eux-mêmes très-faciles à expliquer lorsqu'on admet, conformément aux vues d'Ampère, qu'un aimant peut être assimilé à un solénoïde formé de circuits équidistants, parcourus par des courants de même intensité. Mais Ampère a reconnu lui-même que cette assimilation n'est pas complétement exacte. Comme il en a fait la remarque, le pôle d'un solénoïde est situé à l'extrémité de ce solénoïde, tandis que le pôle d'un barreau aimanté se trouve toujours à une certaine distance de l'extrémité du barreau. On peut donc se demander dans quelles limites il est permis d'assimiler les aimants aux solénoïdes, lorsqu'il s'agit de l'action inductrice, et les recherches dont je vais rendre compte ont eu pour objet de résoudre cette question.

» 12. Si l'on imagine que, sur un solénoïde AB, on fasse glisser un anneau conducteur, il sera aisé de déterminer la direction des courants induits, qui se produiront dans l'anneau lorsqu'on le fera passer de l'ex-

(1) Voir, pour la première Partie, *Comptes rendus*, séance du 15 juillet 1872, t. LXXV, p. 138.

trémité A à l'extrémité B du solénoïde. Quand l'anneau sera arrivé à un point quelconque M du solénoïde, il est clair que les tours de spire de la partie AM laissée en arrière tendront à développer, dans l'anneau, un courant de même sens que celui qui parcourt le solénoïde; au contraire les tours de spire de la partie MB placée en avant de l'anneau tendront à développer, dans cet anneau, un courant de sens opposé à celui qui parcourt le solénoïde. Par conséquent la direction du courant induit devra varier suivant que AM sera plus petit ou plus grand que MB, c'est-à-dire suivant que l'anneau aura dépassé ou non le milieu du solénoïde.

» Il en serait ainsi, du moins, si les actions inductrices s'exerçaient également à toutes distances; mais comme, en réalité, elles cessent d'être appréciables dès que la distance à laquelle elles agissent dépasse quelques centimètres, il en résulte que, lorsqu'on opère sur un solénoïde d'une certaine longueur, le courant induit ne doit se manifester qu'autant que l'anneau en mouvement se trouve près des extrémités de ce solénoïde; quand il se meut sur la partie moyenne, le courant doit être sensiblement nul. Si l'on suppose, par exemple, qu'au delà de la distance représentée par trente tours de spire l'action inductrice cesse de produire un effet appréciable, il n'y aura pas de courant sensible dès que l'anneau se trouvera à une distance plus grande des extrémités du solénoïde, puisqu'alors les trente tours de spire placés en avant de l'anneau et les trente tours placés en arrière seront seuls efficaces, et que leurs actions se neutraliseront mutuellement.

» 13. Les considérations qui précèdent ne permettent pas seulement de reconnaître qu'elle est la direction du courant pour une position donnée de l'anneau induit, elles peuvent servir encore à rendre compte des différences d'intensité que présente le courant qui correspond à un déplacement donné de l'anneau, suivant la position qu'il occupe sur le solénoïde. Au moyen de raisonnements très-simples, on arrive à reconnaître que l'intensité du courant qui correspond à un déplacement donné (à un déplacement de 1 centimètre par exemple) croît très-rapidement à mesure que l'anneau se rapproche de l'extrémité du solénoïde.

» 14. On peut reconnaître encore que le courant obtenu, lorsqu'on passe de la partie moyenne du solénoïde à l'une de ses extrémités, est précisément égal au courant qui se produit lorsque l'anneau, placé près de cette extrémité, est poussé loin du solénoïde. Je suppose que ce mouvement s'exécute de telle manière que le centre de l'anneau reste sur l'axe du solénoïde, et que l'anneau demeure perpendiculaire à cet axe.

» 15. Toutes ces indications de la théorie se trouvent exactement vé-

rifiées par l'expérience, lorsque l'on opère, comme je l'ai supposé, sur un véritable solénoïde; mais il n'en est plus tout à fait de même lorsqu'on remplace le solénoïde par un barreau aimanté. Dans ce cas, si l'on trace la courbe des intensités, correspondant à un déplacement donné de l'anneau, on trouve que cette courbe varie d'un barreau à l'autre, et presque toujours, pour le même barreau, d'une de ses extrémités à l'autre; souvent elle présente des points d'inflexion, des points maxima et minima, et dans tous les cas elle s'élève moins rapidement dans le voisinage des extrémités du barreau que la théorie ne l'indiquerait.

» 16. En outre, le courant, qui est obtenu quand l'anneau est transporté de la partie moyenne de l'aimant à l'une de ses extrémités, est beaucoup plus grand que le courant qui se produit lorsque l'anneau placé près de cette extrémité en est éloigné par un mouvement dirigé de la manière indiquée n° 14.

» 17. Les aimants ne peuvent donc pas être complétement assimilés aux solénoïdes, du moins aux solénoïdes composés de circuits équidistants, parcourus par des courants de même intensité. Pour rendre compte des faits que je viens d'exposer, on est conduit, lorsqu'on veut rattacher la théorie des courants à celle des solénoïdes, à considérer les aimants comme des solénoïdes formés de circuits équidistants, parcourus par des courants dont l'intensité varie d'un circuit à l'autre, suivant une loi déterminée, ou, ce qui revient au même, comme des solénoïdes formés de circuits parcourus par le même courant, mais placés les uns par rapport aux autres à des distances qui varient suivant une certaine loi. Pour que des solénoïdes de cette dernière espèce présentent les propriétés constatées dans les aimants (n°s 15 et 16), il suffit que la distance des circuits, uniforme dans toute la partie moyenne du solénoïde, augmente graduellement à partir d'un certain point plus ou moins éloigné de l'extrémité. J'ai vérifié cette conclusion par des expériences directes, bien qu'elle fût presque évidente par elle-même.

» La considération des solénoïdes à intensité variable permet de rendre compte de deux faits, contradictoires en apparence, que je vais indiquer. Supposons qu'un barreau de fer AB, de 1 mètre de longueur, soit mis en présence d'un aimant; que celui-ci, toujours dirigé perpendiculairement au barreau, soit placé à 30 centimètres, par exemple, de son extrémité A, et qu'une petite hélice soit établie sur le barreau entre l'aimant et l'extrémité A; si l'on place à la suite du barreau AB, du côté A, un second barreau de fer CD, on pourra constater qu'un courant induit est développé dans l'hélice au moment où les deux barreaux sont mis en contact. La direction

de ce courant reste la même, quelle que soit la position de l'hélice entre l'aimant et l'extrémité A du barreau; son intensité seule varie; cette intensité augmente à mesure que l'hélice se rapproche de l'extrémité A. La direction du courant induit indique toujours un accroissement d'aimantation dans le barreau.

» 19. Ce fait n'a rien de surprenant lorsque l'hélice est placée tout près de l'extrémité A du barreau AB, parce que, dans ce cas, le courant induit peut être attribué au magnétisme développé dans le barreau CD; mais on peut s'assurer, par des expériences directes, que l'action inductrice résultant de l'aimantation ou de la désaimantation d'un barreau ne se fait pas sentir d'une manière appréciable au delà d'une distance de 4 à 5 centimètres, du moins dans les conditions où j'ai opéré. Lors donc que l'hélice est placée à 10 ou 15 centimètres de l'extrémité A, le courant induit qui se manifeste dans cette hélice, au moment où le barreau CB est mis en contact avec le barreau AB, ne peut pas provenir de l'aimantation du premier barreau; il ne peut résulter que d'un accroissement d'aimantation, dans les parties du barreau AB, qui avoisinent l'hélice; voici maintenant où réside l'espèce de contradiction dont j'ai parlé. Si l'on explore l'état magnétique des diverses parties du barreau AB comprises entre l'aimant et l'extrémité A, on trouve que l'adjonction du barreau CD, au lieu d'augmenter l'intensité magnétique de ces parties, la diminue légèrement. Ainsi, par exemple, si l'on place l'hélice à 10 centimètres de A, qu'on la déplace ensuite de 1 centimètre et qu'on note la déviation du galvanomètre produite par le déplacement, on trouve que cette déviation est un peu plus petite quand le barreau CD est placé à la suite du barreau AB, que lorsque le barreau CD est supprimé.

» 20. On serait donc conduit à admettre une sorte de magnétisme latent, qui se manifesterait par la production d'un courant instantané au moment où le fer s'aimante, et dont la présence ne pourrait plus être ultérieurement constatée aussi longtemps que l'aimantation persiste; mais tous les faits observés s'expliquent aisément lorsqu'on assimile un barreau de fer, aimanté par influence, à un solénoïde formé de circuits parcourus par des courants d'intensités variables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle espèce de concrétions urinaires du bœuf (lithurate de magnésie).* Note de **M. G. Roster.** (Extrait.)

« Un vétérinaire de Pietra Santa (Italie) avait fait l'observation, il y a quelques années, que des bœufs de la contrée émettaient de temps en temps

avec les urines des calculs qui avaient l'apparence bien différente de ceux que l'on trouve chez les herbivores. La maladie avait été observée chez les bœufs qui travaillaient le plus, et à qui l'on donnait pour fourrage de jeunes tiges de maïs en fleur.

» Les calculs qu'on nous avait remis étaient différents de forme et de volume. Le plus gros, qui pesait $1^{gr},02$, était long de 25 millimètres avec un diamètre de 8 ; le plus petit n'avait que 6 millimètres de longueur sur 5 de diamètre, et pesait seulement $0^{gr},15$. Ils étaient très-légers; cependant ils ne surnageaient pas dans l'eau. Leur couleur était jaune paille, tantôt clair, tantôt d'un gris plus ou moins foncé. Leur forme variait beaucoup; en général, ils se montraient allongés avec des extrémités arrondies. Cassés, ils n'offraient dans leur structure interne aucun signe de stratifications visibles; mais leur matière, d'apparence cristalline bien marquée, était presque compacte et serrée. Par la simple pression des doigts on ne pouvait pas les déformer ni les rompre; mais il était facile de les réduire en poudre dans un mortier.

» L'observation microscopique faite sur des fragments et sur la poudre fait voir une masse de cristaux dont quelques-uns intacts, en forme de prismes à quatre pans, transparents, tantôt très-minces, tantôt plus gros, dont les extrémités se terminent par deux faces comme dans l'acide hippurique. On voit aussi des cristaux qui ont de l'analogie avec les cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien.

» Ces calculs sont presque entièrement composés d'une matière cristalline, véritable sel formé d'un acide organique azoté combiné avec la magnésie. Quelques petites traces de carbonate de chaux et de mucus sont mêlées avec le sel magnésien.

» On broya les calculs, et la poudre fut d'abord traitée avec de l'eau froide, puis à 40 degrés, sans obtenir de solution apparente. Alors on chauffa le liquide, et la matière parut se dissoudre vers l'ébullition. Le liquide filtré s'écoula très-limpide et laissa seulement sur le papier quelques grains de matière qu'on reconnut pour du carbonate de chaux. Le liquide filtré, abandonné au refroidissement, déposa bientôt beaucoup de matière cristalline visible à l'œil nu, et montrant à l'observation microscopique de magnifiques cristaux transparents, quelques-uns en aiguilles, mais la plupart en prismes rhomboïdaux droits, terminés parfois par deux pans.

» La matière cristalline qui, après le refroidissement, s'était déposée en notable quantité, fut jetée sur un filtre et lavée plusieurs fois avec de l'eau froide.

» Elle était insoluble dans l'alcool et dans l'éther. Brûlée avec de la chaux sodée, elle dégagea de l'ammoniaque; exposée sur une lame de platine au feu direct, elle devint noire, fondit et brûla sans flamme avec odeur caractéristique de sucre brûlé ou de caramel, et avec développement de vapeurs acides. Le résidu de la combustion était une cendre blanche, poreuse, très-légère, soluble dans l'eau, sans réaction alcaline, qui n'était autre chose que de la magnésie. Enfin on n'oublia pas de pratiquer l'essai pour reconnaître si la matière contenait du soufre, mais les résultats furent négatifs.

» Les analyses élémentaires correspondent aux résultats ci-dessous :

C^{29}	348	49,15
H^{36}	36	5,09
Az^{2}	28	3,95
Mg	24	3,39
O^{17}	272	38,42
	708	100,00

	I.	II.	III.	IV.	V.	Moyenne.
C	48,90	49,19	49,40	»	»	49,13
H	»	5,06	4,98	»	»	5,02
Az	»	»	»	3,71	3,68	3,70
Mg	3,76	3,48	3,40	»	»	3,56
	»	»	»	»	»	38,59
						100,00

» La formule $C^{30}H^{36}Az^{2}MgO^{17}$ contiendrait 50 pour 100 de C. Dans la plupart de nos analyses on s'approche de la formule $C^{30}H^{36}Az^{2}MgO^{18}$, qui donnerait :

C^{30}	360	48,91
H^{36}	36	4,89
Az^{2}	28	3,81
Mg	24	3,26
O^{18}	288	39,13
	736	100,00

» Pour avoir l'acide séparé de la magnésie, on fit dissoudre le sel dans une suffisante quantité d'eau, acidifiée avec de l'acide chlorhydrique. Au bout de vingt-quatre heures, une matière blanche s'était séparée du liquide sous forme de petites pelotes : c'était l'acide *lithurique* libre. On le recueillit sur un filtre, et, après l'avoir lavé avec de l'eau froide, on le fit dissoudre dans l'eau bouillante, puis cristalliser de nouveau, et dissoudre encore

dans l'alcool bouillant, qui, abandonné à l'évaporation lente, fournit, après deux jours, une suffisante quantité de cristaux en fines aiguilles, délicats, demi transparents et réunis en faisceaux et en groupes divergents. Son point de fusion est à 205 degrés, 204°,5 et 204°,5. L'acide est assez soluble dans l'eau et l'alcool bouillants, très-peu soluble à froid, et tout à fait insoluble dans l'éther. »

MÉCANIQUE. — *Sur le Nutoscope.* Note de **M. Ch.-V. Zenger**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Dans le mouvement de rotation d'un corps dont la masse est également distribuée autour de l'axe de rotation, chaque force disturbant la symétrie de la masse, en agissant sur le corps même dans une direction quelconque, produit un ébranlement de l'axe. L'axe, suivant que les forces disturbantes agissent, s'incline plus ou moins, en se mouvant dans un cône, dont l'angle dépend de la force produite par la rotation et de la force disturbante.

» On peut alors observer qu'il y a toujours encore un autre mouvement de l'axe, beaucoup plus petit, qui accompagne le mouvement de l'axe en cône.

» Ces deux mouvements se trouvent dans le cas de la rotation de la Terre autour de son axe, disturbée par la masse de la Lune et du Soleil, et ont reçu le nom de *précession* du nœud et de *nutation*.

» En effet, ces deux mouvements, qu'on a considérés à part, ne sont, dans la nature, qu'un mouvement composé de deux autres, auxquels on a assigné par la théorie la forme d'un cercle décrit par l'extrémité de l'axe terrestre, en vertu de l'action de la masse du Soleil et de la Lune sur la masse de la Terre inégalement distribuée, et d'une ellipse déroulant sur ce cercle ; ce mouvement, beaucoup plus petit, est attribué par la théorie à l'action variable du Soleil et de la Lune, changeant de position et de distance. Voici l'appareil que j'ai imaginé pour faire voir ces mouvements très-compliqués et pour faciliter la conception et l'exposé d'un théorème mathématique assez difficile.

» Il consiste en une cloche métallique en cuivre jaune, munie d'un axe sur lequel se trouve le centre de gravité du corps dont la masse est distribuée aussi symétriquement que possible autour de cet axe.

» On leur imprime une rotation au moyen d'une corde enroulée à deux ou trois tours seulement, pour n'obtenir qu'une vitesse modérée. On donne un

choc à l'axe; il s'incline et laisse une trace sur un petit écran recouvert de papier noirci et fixé dans un plan normal à l'axe, à l'aide d'une tige métallique pointue qui termine l'axe de rotation très-pointu. On obtient un cercle quand la vitesse est grande, une spire quand elle vient à décroître rapidement par les frottements de l'axe et par la résistance de l'air.

» En mettant sur l'axe un anneau métallique, d'un diamètre plus grand que l'axe, le cercle se meut avec la cloche; mais par le frottement sur l'axe et par la résistance de l'air, son mouvement est un peu retardé et la masse n'est plus exactement symétrique par rapport à l'axe; par cette raison, il se produit sur l'axe un ébranlement, qui peut s'inscrire de la même manière sur le papier noirci, et qui se traduit par une ellipse plus ou moins approchée du cercle suivant la grandeur de la masse disturbante. Le diamètre de l'ellipse ou du cercle dépend de la vitesse de rotation du corps solide et de la masse relative de l'anneau.

» Pour imiter ce qui se passe dans le cas de la nutation de l'axe terrestre, j'ai mis un anneau muni d'une tige cylindrique sur l'axe de rotation. Sur cette tige se trouvent une boule métallique perforée et un ressort dont les bouts sont fixés à l'anneau et à la boule même. La tige, à sa partie la plus éloignée de l'anneau, présente une goupille, pour empêcher la boule de sortir par sa force centrifuge. Si je mets l'appareil en rotation modérément rapide, la boule se trouve repoussée au bout de la tige; sa position change quand la vitesse décroît, imitant de cette manière la position variable des masses de la Lune et du Soleil, et donnant une spire sur laquelle se déroule une ellipse dont le diamètre est variable suivant la position de la boule et la distance à l'axe de rotation.

» Les diagrammes tracés par l'appareil présentent une précision remarquable et une grande variété de dimensions.

» Lorsqu'on forme une spire avec un fil de laiton, et qu'on touche le bout de l'axe, l'axe acquiert un mouvement périodique en spire, dont les lois sont exactement celles d'un pendule, parce que la force qui tend à conserver la position du plan du mouvement produit une pression sur la spire, qui fait suivre au corps l'espace prescrit, comme dans le cas du pendule. »

« M. Yvon Villarceau, en mettant sous les yeux de l'Académie l'appareil de M. Zenger, rappelle les nombreuses études théoriques et expérimentales dont la rotation d'un corps solide autour d'un centre fixe a été l'objet, depuis que L. Foucault a ramené l'attention des savants sur ce point important de la Mécanique. La plupart des expérimentateurs ont considéré

le cas de solides de révolution, dont la toupie est devenue le type classique. M. Zenger étudie un système plus complexe, consistant en un solide de révolution auquel il joint des masses dont le centre de gravité ne coïncide pas avec l'axe de figure du solide : en outre les masses additionnelles peuvent tourner autour de l'axe de celui-ci.

» M. Yvon Villarceau croit devoir rappeler qu'il a soumis à l'analyse un cas analogue à l'un de ceux examinés par M. Zenger. Que l'on considère le cas où la masse additionnelle est fixée invariablement au solide de révolution, il arrivera que, des trois moments d'inertie autour des axes principaux qui se croisent au point fixe, deux cesseront d'être égaux, et le troisième axe principal ne coïncidera pas exactement avec l'axe de figure du solide. Or les meules horizontales de moulins à blé sont précisément dans ce cas, lorsqu'on y considère la normale à la face inférieure, passant par le point de suspension, comme représentant un axe de figure.

» La théorie de M. Yvon Villarceau a été présentée à l'Académie pendant le premier siége de Paris et insérée plus tard dans le *Journal de M. Liouville* (2[e] série, t. XV; 1870). Les résultats de l'analyse ont été traduits géométriquement, au moyen d'un diagramme fixé à la meule, dans un plan parallèle à celui de sa face inférieure, et qui reçoit les impressions produites par un style vertical, dont l'axe passe par le point de suspension.

» Dans les expériences de M. Zenger, le diagramme est fixe et reçoit l'impression produite par l'extrémité de l'axe du solide de révolution. Or il existe, entre ce diagramme et le précédent, des relations qui permettent de passer de l'un à l'autre, au moyen d'une simple transformation de coordonnée, dont les formules se trouvent dans le Mémoire de M. Yvon Villarceau. »

ASTRONOMIE MÉTÉORIQUE. — *Sur la constitution de l'essaim d'étoiles filantes d'août.* Note de **M. Tarry.**

« L'essaim d'étoiles filantes du 10 août a donné lieu à de nombreuses observations, les unes *simultanées*, faites en France en plus de vingt stations, sous la direction de l'Association Scientifique; les autres, *individuelles*, dans les pays voisins, avec le concours d'un grand nombre d'observateurs. Les premières ont surtout pour but le tracé des trajectoires, en vue d'arriver par le calcul à la détermination du chemin réellement parcouru, dans l'espace, par les étoiles filantes aperçues en même temps de deux stations voisines; les autres s'attachent spécialement à la monographie de

l'essaim de matière cosmique, que la Terre met plusieurs jours à traverser à cette époque de l'année.

» Cette dernière manière d'observer, qu'on néglige peut-être en France, doit conduire à d'intéressantes conclusions sur la constitution de ce fleuve de matière cométaire, qui forme dans notre système solaire un véritable *anneau*, la comète qui lui a donné naissance s'étant assez étirée, sous l'influence de l'attraction solaire, pour que la tête ait rejoint la queue après avoir parcouru l'orbite entière. En raison même de ce fait, dont on n'a pas d'autre exemple bien caractérisé, il est fort difficile de préciser la position de la tête de la comète ou de la partie la plus dense de l'essaim; c'est pourquoi il est très-important de déterminer, chaque année, le *nombre horaire* obtenu en comptant non-seulement les étoiles filantes dont la trajectoire a pu être reportée sur une carte céleste, mais toutes celles qui ont été vues, avec l'indication de leur grandeur, ce qui, par la comparaison avec les chiffres analogues des années précédentes, permettra d'être édifié sur la *densité* des parties de cet anneau que nous traversons successivement.

» C'est ce que M. Chapelas a essayé de faire; et, dans une Note adressée à l'Académie, il conclut de ses observations et de ses calculs que le phénomène va toujours en s'affaiblissant depuis 1848, et qu'il s'est notamment présenté cette année avec moins d'éclat que l'an dernier. Cette conclusion me paraît hasardée.

» D'une part, en effet, le temps n'a pas été propice en France cette année, et il est dangereux, en pareille matière, de procéder, comme il l'a fait, par interpolation. D'un autre côté, un observateur isolé ne peut avoir qu'une idée très-incomplète du phénomène; il est nécessaire, pour conclure avec certitude sous ce rapport, qu'il y ait au moins cinq observateurs fonctionnant simultanément dans une station.

» Enfin les observations des dernières années, auxquelles j'ai pris une part active, m'ont convaincu de la justesse de cette remarque de M. Schiaparelli, qu'il s'agit d'un phénomène « *d'une richesse et d'une complication merveilleuses*, » où l'imprévu a une grande place, de sorte que la densité de l'essaim peut très-bien, comme la position du radiant, être fort irrégulière.

» En fait, les observations italiennes contredisent les conclusions de M. Chapelas; je citerai notamment celles que M. Serpieri, directeur de l'Observatoire météorologique d'*Urbino*, a faites en cette ville dans les nuits des 9, 10 et 11 août, avec sept collaborateurs. Les résultats de ces observations, favorisées par un ciel très-pur, ont été les suivantes, relativement au nombre horaire.

Nuit du 9 au 10.	Nombre.	Nuit du 10 au 11.	Nombre.	Nuit du 11 au 12.	Nombre.
De $9^{h}50^{m}$ à $10^{h}20^{m}$...	65	De $9^{h}45^{m}$ à $10^{h}15^{m}$...	94	De $10^{h}00^{m}$ à $10^{h}30^{m}$...	49
10 20 10 50 ...	87	10 15 10 45 ...	89	10 30 11 00 ...	67
10 50 11 20 ...	58	10 45 11 15 ...	101	11 00 11 30 ...	56
11 20 11 50 ...	75	11 15 11 45 ...	115	11 30 12 00 ...	83
11 50 12 20 ...	87	11 45 12 15 ...	89	12 00 12 30 ...	74
12 20 12 50 ...	68	12 15 12 45 ...	155	12 20 1 00 ...	71
12 50 1 20 ...	151	12 45 1 15 ...	186	1 00 1 30 ...	57
1 20 1 50 ...	124	1 15 1 45 ...	215	1 30 2 00 ...	76
1 50 2 20 ...	152	1 45 2 15 ...	205		
2 20 2 50 ...	123	2 15 2 45 ...	216		
		1 45 3 15 ...	237		

» On conçoit que les conclusions tirées de l'observation de ces 3225 étoiles filantes (pour lesquelles 300 trajectoires environ ont été déterminées), par huit observateurs surveillant la totalité du ciel, doivent avoir bien plus de valeur que les conclusions tirées des 248 qui ont été vues par M. Chapelas. Or il résulte de ces chiffres, d'abord que le maximum de l'apparition aurait eu lieu le 10 août, non pas vers $1^{h}30^{m}$ du matin, comme on aurait pu le voir si la séance avait été terminée cette nuit à 2 heures, ainsi que M. Chapelas a été obligé de le faire, mais vers 3 heures du matin.

» De plus, M. Serpieri, qui observe également depuis fort longtemps l'essaim d'étoiles filantes d'août, m'écrit que, cette année, la densité du courant météorique a été *beaucoup plus grande* que les années précédentes, et que, de plus, on a remarqué à Urbino une *augmentation continue*, depuis plusieurs années, dans le nombre des étoiles filantes observées dans la nuit du 10 août (1).

« Cette année, ajoute M. Serpieri, elles se dirigeaient vers l'est-sud-est, et tombaient de ce côté, sans discontinuité, à plus de 90 degrés du radiant, de sorte que l'observateur qui n'aurait pas regardé cette région peut très-bien avoir été induit en erreur quant au nombre des étoiles filantes, comparé avec celui des années précédentes. »

» Sous ce rapport, je suis en parfaite communauté d'idées avec l'observateur italien; car, cette année encore, nous avons parfaitement remarqué, à Dijon, pendant que quatre ou cinq observateurs surveillaient simultanément les diverses parties du ciel, que les uns notaient un très-grand nombre

(1) Il massimo avvenne per noi la mattina del giorno 11 intorno a 3 ore. Di più, si raccoglie che la densità della corrente meteorica fu di gran lungo maggiore che negli anni decorsi. Anzi vi dirò che da qualche anno io trovo un aumento continuo nel numero delle meteore nella note delle massimo.

d'étoiles filantes, pendant que, dans une autre région, les autres n'en apercevaient presque pas.

» On ne saurait donc trop réserver son appréciation sur ce curieux phénomène, dont l'observation sur une grande échelle ne date que de quelques années, jusqu'à ce qu'une série prolongée d'observations ait permis d'en étudier les phases diverses, d'une manière plus complète. »

M. **Dumas** communique à l'Académie quelques informations relatives aux habitudes du *Phylloxera vastatrix*, notamment en ce qui concerne les moyens de transport à l'aide desquels cet insecte peut passer dans la même vigne, d'un cep à l'autre, ou d'une localité infectée à une localité éloignée et saine.

M. le comte de Lavergne ayant envoyé de Bordeaux, le 24 août, une caisse renfermant en parfait état des pieds de vigne ou des sarments munis de leurs feuilles, les uns et les autres atteints par le *Phylloxera*, la Commission les soumit à l'examen de M. Maxime Cornu. Le procès-verbal descriptif qu'il déposa entre les mains de la Commission quelques jours après constate :

1° Que le 31 août et le 1er septembre, il existait, dans les galles des feuilles les plus larges et les plus anciennes, une abondante éclosion d'œufs et un grand nombre de pucerons agiles, d'une longueur atteignant tout au plus 0,25 de millimètre, très-difficiles à retrouver même avec la loupe à main, et certainement capables de se transporter sur le sol d'un cep à l'autre en un temps assez court et sans être vus; que la terre compacte tenant aux racines des ceps attaqués par les racines, présentait à la surface ou à l'intérieur des pucerons vivants ou morts, parfaitement semblables aux pucerons des feuilles pour les plus petits détails de leur structure.

Ces résultats mis sous les yeux de la Commission, celle-ci engagea M. M. Cornu à se rendre immédiatement à Bordeaux, d'où il écrit à la date du 7 septembre, en confirmant ses premières remarques :

« Sur les côtes en pente, à quelque distance du fleuve, les vignes s'aperçoivent de loin et offrent un spectacle attristant. Les points attaqués où les vignes sont mortes présentent cette forme circulaire qui leur a fait donner le nom expressif de *taches* ou *gouttes d'huile*, indiquant que le mal se propage du centre à la circonférence.

» D'ailleurs, ce n'est pas la vigne seule qui est attaquée, mais les arbres fruitiers voisins des régions infestées meurent avec des symptômes analogues, ainsi que l'a constaté M. Laliman. »

A la même date du 7 septembre, M. Louis Faucon, propriétaire de vignobles au Mas de Fabre, à Gravezon (Bouches-du-Rhône), qui a plusieurs

fois entretenu l'Académie du bon parti qu'il a tiré de l'inondation des terres plantées en vignes pour détruire le *Phylloxera*, et qui s'est montré observateur très-attentif et expérimentateur très-judicieux, signale à la Commission des faits fort importants, au double point de vue de l'histoire naturelle et de la pratique agricole.

Voici comment il s'exprime :

« Les personnes qui s'occupent de la maladie des vignes paraissent, depuis quelque temps, avoir donné une nouvelle direction à leurs études. Après quatre ans d'expériences infructueuses, après avoir essayé les insecticides de toutes sortes, reconnaissant enfin l'impossibilité d'atteindre le *Phylloxera* une fois qu'il est arrivé jusqu'aux racines des souches et qu'il s'y est établi, ces personnes sembleraient aujourd'hui vouloir restreindre leurs efforts à empêcher l'insecte dévastateur d'attaquer les plants non encore atteints.

» De là, sans doute, leur préoccupation actuelle pour savoir de quelle manière le *Phylloxera* se propage d'un cep à un autre cep, d'une vigne à une autre vigne, espérant, une fois ce point éclairci, pouvoir facilement trouver les moyens à employer pour arrêter le terrible ophidien dans sa marche envahissante.

» Je n'oserais, *à priori*, admettre que dans cette idée nouvelle se trouvera le salut de nos pauvres vignes; mais je vois en elle la possibilité d'arriver peut-être à un heureux résultat, parce qu'elle écarte les difficultés insurmontables inhérentes aux traitements par les insecticides, lorsqu'il faut faire arriver ces agents à des profondeurs plus ou moins grandes.

» Pourquoi s'abuser plus longtemps sur la valeur des médications employées jusqu'à ce jour! Peut-on, sans prendre à charge une immense responsabilité, continuer à recommander des moyens qui ont déjà coûté tant d'argent aux malheureux propriétaires qui les ont expérimentés et qui n'ont abouti qu'à une perte de capitaux, de temps et de récoltes! A l'exception seulement du traitement par la submersion complète et prolongée des vignes, qui a produit des effets merveilleux et par lequel j'ai ressuscité mon vignoble du Mas de Fabre, personne ne peut dire avoir guéri réellement la moindre parcelle de vigne. On parle de jeunes plantiers qui ont été préservés; mais qui n'a vu de nouvelles plantations réussir et prospérer pendant deux ou trois ans? Ces plantiers auront une existence d'autant plus longue qu'ils auront été établis dans un terrain exempt de *Phylloxera*, dans un sol substantiel, qu'ils auront été bien soignés et surtout bien fumés. Dans des circonstances toutes favorables, leur vie pourra être prolongée de quelques années, mais ils finiront par périr. J'ai visité, il y a quelques jours, en compagnie de plusieurs membres de la *Société d'Agriculture du Vaucluse*, une jeune vigne à trois feuilles, moitié Mourastel, moitié Aramon, située dans le territoire de la commune d'Entraigues, dans une région où la maladie a fait de grands ravages. Rien de plus vert, de plus frais, de plus vigoureux que cette jeune vigne, à laquelle cependant il n'a été donné que des cultures ordinaires, sans engrais. Après l'avoir traversée dans presque toute son étendue, nous fûmes saisis d'un serrement de cœur en apercevant, sur une de ses extrémités, quelques symptômes de maladie. Au premier coup de pioche, nous y trouvâmes des racines couvertes de *Phylloxera*. Ce plantier pourra vivre encore un an ou deux, mais il est fatalement destiné à une fin prochaine.

» Nous savons depuis longtemps qu'une vigne résiste d'autant plus aux étreintes du fléau

qu'elle a plus de nourriture à sa disposition ; que celles qui sont plantées dans un sol très-sablonneux ne sont atteintes qu'après les autres. Rien de plus facile, en imitant ce que nous avons sous les yeux et en ne tenant aucun compte de la dépense, que de prolonger l'existence d'une vigne. Il suffit, pour cela, de mettre tous les ans, au pied de chacune de ses souches, une certaine quantité de sable, de l'engrais et un insecticide quelconque : si on peut l'arroser, l'effet n'en sera que plus marqué ; l'engrais, s'il consiste en terreau très-consommé, et surtout le sable s'opposeront momentanément au cheminement de l'insecte ; la fumure et l'eau feront le reste. Mais il ne faut pas croire qu'une vigne ainsi traitée sera définitivement sauvée.

» Je ne crains pas d'être contredit en avançant qu'à la manière dont elles ont été employées jusqu'à ce jour, aucune médication curative ou préventive autre que la submersion n'a donné des résultats satisfaisants.

» Si l'on savait d'une manière certaine comment le *Phylloxera* se propage d'un cep à un autre cep, d'une vigne à une autre vigne, on pourrait peut-être apporter quelques modifications utiles aux moyens de défense.

» Si, par exemple, on avait la preuve matérielle que cette propagation se fait sur la terre, que, pour abandonner une souche épuisée et ne lui fournissant plus une nourriture suffisante, le pou des vignes remonte le long des ceps ou par les fissures du terrain pour arriver à la surface du sol, et se diriger ensuite vers les souches en pleine végétation, le moyen le plus rationnel pour l'empêcher de pénétrer dans une plantation non encore atteinte serait de couvrir le sol de celle-ci d'une substance qui serait antipathique à l'insecte, substance fixe ou peu volatile et d'un coût modique, comme, par exemple, la suie, la terre phéniquée, etc. Répandue à la volée sur toute la surface du vignoble ou de la partie qu'on voudrait préserver, cette substance devrait être légèrement enfouie par une raie de herse ou de bineuse, afin que le vent ne l'emporte pas.

» Il est possible, probable même, qu'un tel agent, mis sur la terre un peu avant l'époque où le *Phylloxera* commence ses migrations, empêcherait celui-ci de pénétrer dans le vignoble qui en aurait été couvert. Je le répète, ce moyen me paraît rationnel, et il serait éminemment pratique. Restait à éclaircir la question du mode de propagation de l'insecte.

» Dans le courant du mois d'août 1869, j'avais une pièce de vigne, sur sol argileux, qui, très-endommagée d'un côté, avait encore, du côté opposé, une de ses parties en bon état. Les nombreux binages que je lui avais donnés avaient complétement nettoyé d'herbes le terrain, lequel, tassé par les pluies d'orages des 28 juillet et 5 août, avait été séché brusquement par le soleil brûlant de cette époque, et, par suite, s'était crevassé d'une manière extraordinaire. C'était une belle occasion pour vérifier un fait dont je me doutais depuis longtemps : à savoir, que le puceron, pour arriver aux racines des vignes, pouvait très-bien passer par les crevasses de la terre comme par autant de portes ouvertes. Je postai mes neveux à l'endroit où finissaient les souches épuisées et où commençaient les souches saines. Après quelques minutes d'observation, ces jeunes gens virent très-distinctement des groupes de pucerons aptères marchant sur le sol, et suivant la direction que j'avais prévue, c'est-à-dire allant des souches épuisées vers les souches saines. Ils les suivirent et les virent entrer, sans la moindre hésitation, et se perdre dans les profondeurs d'une crevasse qui se trouvait à une faible distance, 25 à 30 centimètres, d'une souche saine. Ceci peut ne paraître, à première vue, qu'un détail insignifiant ; mais, en méditant

sur ce fait, on pourra peut-être trouver en lui l'explication d'un autre fait d'un grand intérêt et qui a été généralement observé. Je veux parler de la prédilection marquée que, chaque fois qu'il attaque une région nouvelle, le puceron témoigne pour les vignes plantées dans les terrains les plus argileux. C'est que très-probablement ceux-ci, se fendant toujours dès que la fraîcheur leur manque, offrent à l'insecte un moyen facile pour arriver aux racines des souches.

» Je me suis récemment transporté dans la vigne d'un de mes voisins, vigne très-maltraitée par la maladie nouvelle, je me suis couché à plat ventre sur le sol, et, ma loupe à la main, j'ai observé. Je n'ai pas tardé à voir ce que j'avais déjà vu, il y a quatre ans : des *Phylloxera* aptères, en nombre considérable, marchant sur le sol, venant des parties les plus épuisées de la vigne, s'avançant jusque près des souches moins malades et gagnant les racines de celles-ci par les fissures les plus voisines du tronc; j'ai vu un va-et-vient de ce terrible insecte tellement général, qu'il m'a été démontré, jusqu'à évidence palpable, que, pour se propager d'un cep à un autre cep, le *Phylloxera chemine sur la terre*. Il est indubitable qu'il doit se propager aussi par les racines, en suivant les rugosités de leur écorce, puisque c'est ainsi qu'il parvient jusqu'aux extrémités des radicelles les plus profondes; mais sa faiblesse et sa fragilité ne lui permettent pas de passer au travers de la moindre parcelle de terre agglomérée. Lorsqu'un tel obstacle s'oppose à sa pérégrination souterraine, il monte à la surface, soit par les rugosités des racines et du tronc, soit par les fissures du terrain, et il tourne, sur le sol, la difficulté qu'il a rencontrée au-dessous.

» Avec l'insecte aptère et faisant les mêmes évolutions que lui, j'ai trouvé l'insecte ailé, en nombre assez grand; j'en ai vu un jour une cinquantaine autour d'une seule souche, et, en moins de cinq minutes, j'en ai pris douze que j'ai adressés à M. le Président de la Société d'Agriculture de l'Hérault.

» En observant le *Phylloxera* pendant son cheminement sur la terre, j'ai constaté que l'insecte ailé, quoique muni d'ailes très-grandes, ne vole pas; ou du moins m'a-t-il été impossible de le faire voler; l'ayant, pour cela, excité vainement à plusieurs reprises, le renversant sur le dos, le mettant sur le côté ou sur ses pattes, lui faisant saisir l'extrémité d'un brin d'herbe, et puis, l'ayant soulevé, le faisant retomber d'assez haut, sur une feuille de papier blanc. Jamais il n'a paru vouloir prendre son vol. Il relève volontiers ses ailes, comme s'il allait partir, mais je crois qu'il ne s'en sert que pour se faire emporter par le vent.

» J'ai constaté aussi que l'insecte ailé ainsi que l'insecte aptère sont entraînés par le moindre souffle et déplacés par la respiration seule de l'observateur. Les jours où le vent régnait, il ne m'a pas été possible d'en trouver un seul. Le vent qui soulève ces masses de poussière que nous connaissons, hélas! si bien dans notre pays, doit certainement soulever aussi des quantités de *Phylloxera* et les porter au loin. Sa propagation à distance est ainsi expliquée, et ne peut, je crois, l'être autrement.

» C'est dans le jour que l'insecte quitte sa retraite souterraine, en *plein soleil* qu'il exécute son ascension, et le moment où l'on en voit le plus est de 2 à 3 heures après midi.

» La vigne dans laquelle j'ai fait mes observations est mortellement atteinte depuis longtemps : elle n'a été ni taillée ni cultivée depuis deux ans. Une de ses parties, située dans un bas-fond, ayant été inondée plusieurs fois par les pluies de l'hiver, a résisté plus que le

reste aux étreintes du mal. Il y a là quelques souches qui présentent encore aujourd'hui une certaine vigueur relative. C'est dans ce faible espace que les insectes semblent se donner rendez-vous. Il ne m'a pas été possible d'en trouver un seul dans les endroits les plus épuisés. Cette vigne n'est séparée des miennes que par un mince cours d'eau de la largeur d'un fossé. Lorsque le vent souffle de son côté, il m'apporte des myriades d'insectes. N'ai-je pas raison de redouter son voisinage? »

» M. Louis Faucon ajoute :

« Je viens de constater, aujourd'hui 7 septembre, ce que je n'avais pu voir jusqu'à présent. J'ai vu l'insecte ailé imprimer à ses ailes un frémissement très-vif, après lequel il lui arrive quelquefois de voler, mais toujours à courte distance. La présence, sur le sol, de nombreux insectes aptères au milieu d'insectes ailés, les uns et les autres voyageant ensemble et faisant les mêmes évolutions, la facilité avec laquelle le vent les emporte ne permettent pas d'autres explications que celles que je donne dans cette Étude sur leurs modes de propagation.

» M. Gaston Bazille, l'intelligent et actif Président de la Société d'Agriculture de l'Hérault, a eu l'obligeance, sur mon invitation, de venir au Mas de Fabre, où il a pu constater *de visu* l'exactitude des faits relatés dans ce Mémoire. »

Après avoir développé cette Communication très-intéressante, M. Dumas analyse quelques pièces également relatives au *Phylloxera :*

1° Une Lettre de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce qui transmet à l'Académie un Rapport du consul de France à Lisbonne, où il signale la présence du *Phylloxera :* dans quelques vignobles non loin de Porto, dans le district de Villa-Réal, près des provinces de Douro et de Traz-os-Montes, ainsi que dans le voisinage de Santarem, à 70 kilomètres de Lisbonne.

Par décision royale, une Commission a été constituée pour *soumettre au Gouvernement tous les moyens et préparer toutes les décisions propres à combattre la terrible maladie qui menace de destruction une des branches les plus importantes de la richesse nationale.*

2° Une Lettre que M. Le Verrier a déposée sur le bureau, et qui lui a été adressée de Marseille par M. d'Armand. L'auteur constate le progrès déplorable fait par le *Phylloxera*. Il est persuadé que d'ici à très-peu d'années tous les vignobles de la Provence auront disparu. Il demande qu'un prix de 500 000 francs, et même d'un million, s'il le faut, soit offert par l'État à celui qui découvrira le moyen de prévenir un tel désastre. Il prie l'État de considérer que, indépendamment de l'intérêt qu'il porte à l'Agriculture, il doit tenir compte des pertes d'impôt qu'il subit déjà et de celles bien plus considérables dont il est menacé.

3° Une Lettre de M. Henri Marès, Correspondant de l'Académie, qui écrit de son côté que dans l'Hérault le mal est encore insignifiant. Quoique les points envahis soient nombreux et que l'invasion date de trois ans, la récolte sera très-satisfaisante cette année. Les progrès du mal sont donc lents, très-lents dans l'Hérault, relativement à ce qui s'est passé dans le département du Vaucluse.

4° Une Lettre de Mme veuve Petit-Jean, qui propose d'enduire d'une huile quelconque le pied et les racines du cep malade, ainsi que du cep qu'il s'agirait de préserver; mais elle ne cite pas d'expérience à l'appui de sa proposition.

5° Une Lettre de M. Lecoq, à qui l'on doit des procédés ingénieux pour la conservation des raisins en hiver, et qui signale l'emploi du sulfure de calcium obtenu en faisant bouillir le soufre avec un lait de chaux comme moyen de tuer ou d'éloigner le *Phylloxera*, mais sans l'avoir expérimenté.

Ces diverses pièces sont renvoyées à la Commission du *Phylloxera*.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 septembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; quatrième série, t. I, II, 1868, 1869. Lyon, 1869-1870; 2 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon, classe des Lettres; t. XIV. Paris et Lyon, 1868-1869; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon, classe des Sciences; t. XVIII. Paris et Lyon, 1870-1871; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société linnéenne de Lyon; année 1870-1871; nouvelle série, t. XVIII. Paris, 1872; in-8°.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Compte rendu administratif et

financier des opérations effectuées pour la mouture des grains pendant le siége de Paris. Paris, 1872; 1 vol. grand in-8°.

Études sur le vin. Ses maladies, causes qui les provoquent. Procédés nouveaux pour le conserver et pour le vieillir; par M. L. PASTEUR, membre de l'Institut; deuxième édition. Paris, 1873; 1 vol. in-8° avec planches.

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires, rédigé sous la surveillance du Conseil de santé des armées et publié par ordre du Ministre de la Guerre; troisième série; table générale, t. I à XX. Paris, 1872; in-8°.

Longpré-les-Amiens et les du Gard, seigneurs dudit lieu, maieurs et échevins d'Amiens, etc., à partir du XIII[e] *siècle. Testament en vers du chevalier du Gard; par* F. POUY. Paris, 1870; br. in-8°.

Essais d'orthochromie ou nouvelles dispositions des teintes servant à l'imitation du relief des corps; par J. COTTILLON. Mâcon, 1872; br. in-8°.

En ballon! pendant le siége de Paris, souvenirs d'un aéronaute; par G. TISSANDIER. Paris, 1871; 1 vol. in-12.

Memoria sulla collezione di Colombi nostrali; del chirurgo Fulvio MARTINELLI. Modena, 1872; in-4°.

Sulle osservazioni spettroscopiche del bordo e delle protuberanze solari fatti all' Osservatorio dell' Università romana sul Campidoglio; Nota V del prof. Lorenzo RESPIGHI. Roma, 1872; in-4°.

The ancient stone implements weapons and ornaments of Great-Britain; by John EVANS. London, 1872; in-8°, relié.

L'aurore boréale. Recherches sur la cause de ce phénomène; par M. A. SERGIEFF. Tiflis, 1872; 1 vol. in-12 (en langue russe).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 SEPTEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note relative à un Mémoire de M.* Hirn *sur les conditions d'équilibre et sur la nature probable des anneaux de Saturne; par* **M. Faye.**

« M. Hirn m'a chargé de présenter à l'Académie un Mémoire qu'il vient de publier sur les anneaux de Saturne. Notre savant Correspondant a été conduit à aborder des recherches de cet ordre par la pensée que les théories modernes de la Thermodynamique, qui, comme tout le monde le sait, sont en partie basées sur ses propres travaux, ne sauraient rester sans application à la Mécanique céleste, du moins dans les questions où les astres ne sont pas idéalement réduits à leurs centres de gravité.

» Ce Mémoire est un premier pas dans cette voie nouvelle. L'auteur s'est efforcé d'établir que les anneaux de Saturne ne sont pas des anneaux *solides* circulant autour de la planète dans le plan de son équateur et *lestés* en certains points par un léger excédant de matière, de manière à donner de la stabilité à leur remarquable équilibre; ce ne sont pas davantage des anneaux fluides ou liquides dans lesquels les réactions mutuelles des molécules donneraient inévitablement lieu à une transformation de force vive en chaleur, laquelle se perdrait dans l'espace, mais de simples agré-

gats de matière discontinue dont les parcelles sont séparées par des intervalles très-grands par rapport à leurs dimensions.

» M. Hirn montre, à la fin de son Mémoire, que cette conception s'accorde parfaitement avec l'idée que Laplace a donnée de l'origine et de la formation de ces appendices si remarquables : seulement la condensation par voie de refroidissement y aurait donné naissance à une infinité de corpuscules distincts, uniformément répartis dans l'anneau primitif, au lieu de les réunir peu à peu en masses isolées comme les satellites, ou d'en faire des anneaux continus, solides et cohérents, dont la formation et le maintien ne semblent pas compatibles avec nos notions actuelles de physique.

Pour avoir parcouru rapidement cet intéressant Mémoire, je ne saurais me croire autorisé à le juger; j'ai du moins recherché dans mes souvenirs si quelques faits d'observation ne parleraient pas en faveur des idées de M. Hirn. Il en est un, en effet, qui me paraît peu compatible avec l'hypothèse des anneaux solides. En considérant l'ombre noire projetée par les anneaux sur la planète, les astronomes ont toujours pensé que ceux-ci devaient être opaques et solides; mais, à l'époque de la dernière disparition de l'anneau, en 1848 et 1849, on aurait pu s'apercevoir que cette opacité n'était rien moins qu'absolue; car, alors que le plan de l'anneau passait entre la Terre et le Soleil, l'anneau restait visible, pour de puissants instruments, par la face non éclairée. Les astronomes ont, il est vrai, tenté de concilier ce phénomène avec l'hypothèse des anneaux solides et opaques en introduisant une nouvelle hypothèse, qui consiste à doter les anneaux d'une atmosphère propre, capable de produire sur la face non éclairée une faible illumination crépusculaire; mais, après la lecture du Mémoire de notre savant confrère, il me paraît bien plus vraisemblable que les anneaux laissent passer quelques traces de lumière par les intervalles de leurs matériaux discontinus. J'ajouterai même que l'existence de l'anneau intérieur, de très-faible éclat, découvert dans ces derniers temps par M. Bond et M. Dawes, pourra se rattacher très-simplement à la théorie de M. Hirn.

» Quoi qu'il en soit, je ne doute pas que le nouveau travail de M. Hirn n'excite vivement l'intérêt du monde astronomique. Ce n'est d'ailleurs, je crois, que le préambule d'une série de Mémoires où la théorie mécanique de la figure des astres sera traitée au point de vue tout nouveau que je viens d'indiquer. »

MÉCANIQUE. — *Note sur le* Traité de balistique extérieure *de M. le général major* Mayevski; *par* **M. LE GÉNÉRAL MORIN**.

« M. N. Mayevski, général major de l'artillerie russe, membre du Comité de cette arme, m'a chargé de présenter en son nom à l'Académie le *Traité de balistique extérieure* qu'il a publié en russe en 1870.

» Après avoir rappelé succinctement l'origine des recherches sur les lois du mouvement des projectiles, laquelle remonte à Galilée, les tentatives de Newton, d'Euler, de Legendre et d'autres géomètres illustres, pour représenter les phénomènes réels de ce mouvement au moyen de l'hypothèse d'une résistance de l'air proportionnelle au carré de sa vitesse, celle de Jean Bernoulli, de Poisson, d'Ostrogradski, etc., il constate que cette hypothèse ne pouvait conduire à des formules susceptibles de représenter les résultats du tir avec une précision suffisante.

» Dès le début de son ouvrage, l'auteur indique qu'il a pris pour point de départ de ses recherches le *Traité de balistique extérieure*, publié en 1847 par le général Didion, et basé sur une expression binôme de la résistance de l'air.

» L'édition russe de l'ouvrage publié en 1870 est divisée en douze chapitres et constitue un Traité complet sur la question.

» Dans le premier chapitre, l'auteur rappelle les moyens employés pour la mesure des vitesses initiales des projectiles, tels que les pendules balistiques et les chronographes électriques et donne les valeurs des vitesses fournies par ses propres expériences exécutées au polygone de Volkovo, près de Saint-Pétersbourg.

» Le deuxième chapitre traite des lois connues du mouvement dans le vide et de quelques applications.

» Dans le troisième, l'auteur aborde la délicate question de la résistance de l'air, en faisant d'abord abstraction du mouvement de rotation des projectiles. Après avoir rappelé les expériences du général Didion sur la résistance de l'air au mouvement des corps animés de faibles vitesses, celles du même auteur sur celui des projectiles sphériques, et celles de M. Bashforth, en Angleterre, sur les projectiles oblongs, il montre comment les résultats peuvent être représentés à l'aide de formules d'interpolation, différentes selon les vitesses, et arrive à cette conclusion que, d'après les expériences russes et anglaises, la résistance de l'air pourrait être exprimée par un seul terme proportionnel à une puissance entière de la vitesse, dont l'exposant le plus probable serait 3 pour les projectiles sphériques et 4 pour les projectiles oblongs.

» Ce même chapitre comprend la recherche des lois du mouvement des projectiles dans l'air, en faisant toujours abstraction du mouvement de rotation, mais sans faire d'hypothèse particulière sur la résistance du fluide. Il en emprunte une partie à un Mémoire publié en 1859 par M. le comte de Saint-Robert, officier piémontais, et indique une méthode approximative pour intégrer les équations différentielles du mouvement, en profitant d'une simplification proposée par le général Didion.

» Le cinquième chapitre est consacré à des applications des règles établies dans le précédent, pour résoudre quelques problèmes de tir.

» Le sixième traite des déviations des projectiles, en discutant les résultats de tirs exécutés en Prusse avec des obus excentriques.

» Le septième est consacré à l'étude du mouvement des projectiles oblongs dans l'air. L'auteur cite un Mémoire remarquable publié en 1868 par M. Gautier, alors professeur au lycée d'Alger, et les travaux de M. de Saint-Robert. Il arrive à cette conséquence que, dans le cas de vitesses un peu considérables, l'axe de figure des projectiles exécute autour de la tangente à la trajectoire un mouvement d'oscillation.

» Le huitième chapitre contient la solution de divers problèmes de tir des projectiles oblongs.

» Dans le neuvième, l'auteur traite des déviations de ces mêmes projectiles.

» Le dixième est consacré à la question de la similitude des trajectoires.

» Dans le onzième chapitre, il est question de la pénétration des projectiles dans les milieux solides et du percement des cuirasses en fer.

» Les lois qui y sont exposées sont celles que la Commission des principes du tir de Metz avait déduites de ses recherches, et qui ont été confirmées, comme nous nous réservons de le faire voir, par les belles expériences exécutées en Angleterre par M. le capitaine Noble, de l'artillerie royale.

» Enfin le douzième chapitre est consacré à l'application de la méthode des moindres carrés et du calcul des probabilités au tir des projectiles. Pour ces recherches délicates, l'auteur fait connaître qu'il a eu recours aux travaux de ses prédécesseurs, au nombre desquels il se plaît à citer MM. Tchebychef, Davidoff, Gauss, Encke, Dinger, Liagre et le général Didion.

» L'édition française de l'ouvrage important dont on vient d'indiquer l'ensemble a principalement pour objet de faire connaître aux artilleurs des divers pays les recherches propres de l'auteur, les perfectionnements et les

simplifications qu'il est parvenu à introduire dans les calculs. En conséquence, il n'y a pas compris les diverses parties de l'édition russe qui sont relatives aux travaux déjà publiés des artilleurs français ou étrangers; mais il y discute les résultats des expériences les plus récentes, en les comparant à celles de ses prédécesseurs, et de cette discussion, présentée d'une manière claire, il déduit des règles qui permettent de résoudre facilement d'importantes questions.

» Le livre est terminé par de nombreuses Tables, destinées à simplifier les applications des formules.

» Dans ces longues et laborieuses recherches, toujours dirigé par les principes de la science et guidé par la lumière de l'expérience, M. le général Mayevski a non-seulement fait preuve, comme l'Académie en peut juger par cette courte analyse, des connaissances les plus profondes et d'un esprit éminemment philosophique de discussion; mais il a en outre montré envers tous les savants qui poursuivent les mêmes études un sentiment de justice et d'impartialité qui fait autant d'honneur à son caractère que ses travaux à son talent. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Observations sur la nature des diverses parties de la fleur; par* **M. A. Trécul.**

« Après que Gœthe eut proclamé l'existence d'une métamorphose ascendante et celle d'une métamorphose descendante de ce que l'on a appelé les organes appendiculaires des plantes, la théorie qu'il a fondée sur ce double principe fit graduellement des progrès dans l'opinion des botanistes, et aujourd'hui elle est presque généralement admise. Il y a pourtant lieu de se demander si, de ce que l'on voit quelquefois des étamines se transformer en carpelles, et des carpelles ou des étamines se changer en pétales ou en feuilles, dans des circonstances particulières de végétation, on est en droit de conclure que toutes les parties de la fleur ne sont que de véritables feuilles modifiées.

» Il me semble que c'est donner là au mot *feuille* une signification beaucoup trop étendue. Le remplacer par celui d'*appendice* n'est même pas satisfaisant; car il est impossible de déterminer les limites entre l'axe et les feuilles ou les appendices.

» M. Van Tieghem a cru, dans ces derniers temps, y être arrivé en disant que l'axe est symétrique par rapport à un point ou à une ligne centrale, et la feuille par rapport à un plan, et il prétend qu'une coupe transversale lui

suffit pour affirmer si un organe est de nature axile ou appendiculaire. Oui, quand il s'agit d'une racine, cela est possible; mais pas toujours, quand il s'agit de ce que l'on appelle un axe ou un appendice (1).

» J'ai déjà présenté des objections à cette définition. J'ai dit, entre autres choses, qu'une coupe transversale d'une feuille d'*Allium Cepa*, etc., a tous ses faisceaux symétriques par rapport à un point, et qu'ils sont orientés comme ceux d'une tige de dicotylédoné.

» J'ajouterai aujourd'hui deux nouveaux exemples à ceux que j'ai donnés. Le premier sera fourni par le pédoncule des *Anagallis collina* et *arvensis* qui, en se séparant de la tige avec le faisceau foliaire arqué, aux côtés duquel il reste d'abord attaché, en reçoit deux faisceaux, un de droite, l'autre de gauche, qu'il conserve isolés vasculairement dans toute sa longueur, avec leur position relative originelle, de manière que ce pédoncule est symétrique par rapport à un plan qui passe entre ses deux faisceaux et par l'axe de la tige ; si l'on fait passer par l'axe du pédoncule un autre plan oblique au premier, la symétrie n'existe plus.

» Le pédoncule du *Viola canadensis* n'a aussi que deux faisceaux un peu courbes dans sa partie inférieure ; ils se divisent plus haut, émettent deux bractéoles, et les quatre faisceaux produits, disposés suivant les angles d'un rectangle, se réunissent de nouveau en deux faisceaux plats et inégaux au sommet du pédoncule, de sorte que dans cet organe il n'y a pas symétrie dans toutes les directions par rapport à une ligne axile ou à un point central.

» Ce ne sont pas là les seules difficultés que présente la distinction des axes et des appendices. Le botaniste que je viens de nommer nous donne beaucoup d'autres bons arguments contre cette distinction, malgré la prétention qu'il a de les définir, et nous allons voir à quel degré de confusion il est conduit par l'application qu'il fait de la définition de l'insertion vraie des appendices, laquelle insertion est aussi un des éléments de la solution du problème.

« L'insertion anatomique d'un organe sur un autre, dit-il, doit être définie : le point où le système vasculaire du premier organe se sépare du système vasculaire du second, avec lequel il était jusqu'alors confondu. » (*Ann. Sc. nat.*, 5e série, 1868, t. IX, p. 133.)

» Dans l'emploi de cette définition, l'auteur prend pour type l'insertion des étamines des Primulacées, des Plumbaginées et des Malvacées. Chez ces

---

(1) Il y a déjà longtemps que j'ai nommé des plantes par la seule inspection d'une coupe transversale d'un rameau, d'un pétiole ou même d'une racine adventive. (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 31, et *l'Institut* du 8 février 1865.)

plantes, les faisceaux des étamines étant insérés sur ceux des pétales, notre botaniste en conclut que l'étamine est un appendice du pétale sur lequel il est inséré, et, comme chez les Malvacées (*Abutilon pictum*) plusieurs étamines se détachent radialement de faisceaux émanés de ceux de la corolle, M. Van Tieghem en déduit que ces pétales staminifères sont des *feuilles composées*, dont le système vasculaire se divise aussi bien dans le sens du rayon que dans le plan de la lame pétaline. De même, quand les faisceaux de la corolle s'implantent sur ceux du calice, « la corolle n'est dans ce » cas qu'une dépendance intérieure et brillamment transformée du calice; » calice et corolle ne représentent qu'un seul verticille ou cycle spiralé de » *feuilles composées* ou *lobées*. » L'auteur ne s'arrête pas là. Quand « les éta- » mines, le pétale et le sépale s'insèrent vasculairement les uns sur les autres, » *ils ne forment tous ensemble qu'un appendice*, dont les divers lobes ont subi » trois transformations différentes; calice, corolle et androcée ne constituent » qu'un seul cycle foliaire. » (*Ann. Sc. nat.*, 5e série, 1871, t. XIII, p. 16.)

» N'est-ce pas là donner au mot *feuille*, ainsi que je le disais tout à l'heure, une signification beaucoup trop étendue.

» Tout cela vient de ce que, jusqu'à présent, l'on n'a pas bien compris la nature des parties de la fleur. Si M. Van Tieghem eût poussé plus loin son raisonnement, il n'eût pas suivi, en les exagérant, les errements de ses prédécesseurs. Puisqu'il pense que les pétales et les étamines sont de nature calicinale, quand leurs faisceaux s'insèrent sur ceux du calice, il eût pu se demander si les sépales ne sont pas de la même nature que les pédoncules, sur lesquels ils sont attachés de même par leur système vasculaire.

» Là, en effet, est la solution du problème. Pour le démontrer, je choisirai mes exemples dans des familles étudiées par le botaniste nommé.

» Le pédoncule des *Anagallis*, ainsi que je l'ai dit déjà, n'a que deux faisceaux dans toute sa longueur; mais à son sommet chacun d'eux se partage en cinq. Dix faisceaux sont donc produits. Dans les *Lysimachia verticillata*, *ciliata*, *ephemerum*, *Androsace lanuginosa*, etc., dix faisceaux prolongent aussi le pédoncule. Ils s'anastomosent (V. surtout le *L. verticillata*), émettent de là ceux des placentas, puis ceux de l'ovaire un peu plus haut, et divergent vers l'extérieur, de manière que cinq vont à la nervure médiane des sépales, tandis que les cinq autres se bifurquent; chaque branche va au côté de l'un des sépales voisins (1). Ces dix faisceaux émettent, avant d'arriver aux divisions du calice, chacun un faisceau qui se prolonge dans

(1) C'est avec intention que je n'ai pas cité les *Primula*.

la corolle, où ils se comportent, par rapport aux divisions de celle-ci, de la même façon que ceux du calice. C'est des cinq faisceaux qui vont former la nervure médiane des pétales que naissent les faisceaux des étamines.

» Les étamines, les pétales et les sépales constituent donc un tout qui, dans le système de M. Van Tieghem, représenterait *un cycle de feuilles composées,* dont les lobes auraient subi une triple transformation.

» Je ferai remarquer tout de suite qu'il ne peut être question ici d'un cycle de feuilles; car si les étamines ont l'aspect d'un dédoublement des pétales, on ne saurait le dire des pétales par rapport aux sépales, puisqu'ils alternent avec eux, et que les cinq faisceaux qui fournissent la nervure médiane des sépales sont ceux qui émettent les faisceaux dont les prolongements vont aux côtés des divisions de la corolle. Dans les Primulacées, il est vrai, la moitié des étamines manquent; mais on en est averti par la présence des filaments stériles qui sont opposés aux sépales dans les *Samolus*, ainsi que M. A. de Saint-Hilaire l'a fait observer. Dans ce dernier cas, les étamines reçoivent dix faisceaux, comme la corolle et le calice. Il y a là trois cycles de ramifications bien accusés : le cycle calicinal, le cycle corollin et le cycle staminal (1).

» Ce ne serait pourtant pas là tout; car les cinq ou les dix faisceaux qui se rendent à la paroi ovarienne, et ceux mêmes qui vont aux placentas, naissent aussi, comme il a été dit plus haut, des dix faisceaux primitifs. Ce seraient autant de lobes et une quatrième métamorphose qu'il faudrait

---

(1) Chez les Malvacées, le nombre des faisceaux staminaux qui partent du sommet du tube de la corolle est de dix aussi; mais ils sont ordinairement opposés par paires aux pétales, comme l'a dit M. Van Tieghem. Toutefois, dans l'*Anoda hastata,* l'un des faisceaux aboutit à la nervure médiane, l'autre vers le côté de chaque pétale, en sorte que cette disposition tend à se rapprocher de celle qui a été appelée *diplostémonie.* En outre, le nombre des faisceaux que la corolle reçoit du réceptacle varie de cinq à dix ou à quinze. Quand il n'y en a que cinq, chacun forme un petit arc sur lequel on peut voir encore des faisceaux calicinaux insérés, et il se partage en deux (*Abutilon striatum*, en deux ou en plusieurs dans l'*Hibicus syriacus*). Quand le tube de la corolle contient dix faisceaux, ceux du tube staminal sont presque toujours dans leur prolongation. Quand il y en a quinze (trois pour chaque pétale), les deux latéraux de chaque groupe de trois sont *d'ordinaire* dans la prolongation de ceux du tube staminal, tandis que le médian des trois aboutit à la base de la nervure médiane, et c'est de lui surtout que partent en éventail les autres faisceaux du pétale (*Malva sylvestris, Althœa taurinensis, narbonnensis, Lavatera thuringiaca,* etc.). On ne saurait donc faire connaître l'insertion des parties de la fleur des Malvacées d'après le seul *Abutilon pictum.* En effet, l'insertion de la corolle paraît varier beaucoup. Je donnerai des exemples de ses modifications dans une autre Communication.

ajouter aux cinq prétendues feuilles composées précédentes. De plus, comme ces diverses feuilles sont enchevêtrées les unes dans les autres par l'alternance des sépales et des pétales, et que d'ailleurs les dix faisceaux qui les produisent sont anastomosés entre eux au sommet du pédoncule, la conséquence à tirer de là, c'est que le pédoncule et aussi la plante entière seraient un tout, dont les parties seraient bien liées entre elles par leur système vasculaire, ce qui est vrai; mais serait-il convenable de dire que la plante entière n'est qu'une feuille composée? Assurément non.

» Ce qui précède tend à démontrer qu'il n'y a pas de limites susceptibles d'être définies entre les axes et les appendices. On arrive à cette même conclusion par la considération de la forme des organes, que l'on voit passer les uns aux autres en les comparant dans la série des plantes. N'ai-je pas montré que la racine elle-même, si différente de la tige par la structure, peut, en se prolongeant, se changer en tige souterraine ou rhizome, en abandonnant alors son caractère radiculaire (*Nephrolepis, Blechnum occidentale*, *Aspidium quinquangulare*, etc.). Chez d'autres Fougères, c'est de la feuille même que naissent les ramifications du rhizome. La tige souterraine de certaines de ces plantes a un système vasculaire tubuleux, qui ne s'ouvre çà et là que dans les points où une bandelette vasculaire, courbée en gouttière, s'écarte pour entrer dans le pétiole d'une feuille. (*Davallia Novæ Zelandiæ*, etc.)

» De ce nombre est le *Dicksonia nitidula*, Kze., qui, un peu au-dessus de la base du pétiole, peut montrer, à peu de distance de chaque bord de la gouttière, une petite anse qui devient graduellement plus profonde et produit un rhizome (1). Le rhizome, ici et ailleurs, se multiplie donc par l'intermédiaire des feuilles, ainsi que je l'ai rappelé antérieurement. Ces feuilles mêmes, dans beaucoup de Fougères et dans le *Bryophyllum calycinum*, n'engendrent-elles pas des bourgeons adventifs, qui sont placés dans les dentelures, à peu près comme les bourgeons normaux le sont dans l'aisselle des feuilles, chez la plupart des Phanérogames.

» La persistance et la caducité des organes ne sont pas non plus des in-

(1) M. Mettenius a décrit de telles pousses latérales sur la base des feuilles des *Dicksonia* (*Dennstædia*) *rubiginosa* et *cornuta;* mais le phénomène ne s'y montre pas avec la même simplicité. Il est compliqué par la présence de faisceaux intramédullaires. Le savant botaniste a étudié aussi la plante que j'ai observée, mais il ne mentionne pas ses pousses latérales. Il la cite sous le nom de *D. davallioides*. — Bien que, chez le *Dicksonia nitidula*, il y ait de chaque côté des jeunes pétioles une proéminence ou rudiment de rhizome, il ne s'en développe ordinairement qu'un, celui du côté postérieur.

dices certains de leur nature axile ou appendiculaire. Les rameaux aplatis des *Xylophylla*, et ceux des *Phyllanthus* qui ont la plus grande ressemblance avec des feuilles composées, se désarticulent et tombent comme des feuilles.

» Tous ces faits prouvent qu'il est impossible d'établir des limites entre la tige et la feuille, entre l'axe et l'appendice, et que les branches d'une tige, les feuilles et les diverses parties de la fleur ne sont que des formes particulières de la ramification, destinées à remplir des fonctions différentes.

» Ne serait-il pas plus naturel de tout rapporter ainsi à la tige, qui est l'organe primordial, que de tout rapporter à la feuille, qui n'est qu'une des formes de la ramification spécialisée pour effectuer la respiration.

» Ce que je propose est assurément plus philosophique que de regarder les étamines, les pétales et les sépales, unis vasculairement, comme une feuille composée, lobée dans le sens du rayon, ou de ne voir dans les carpelles que des feuilles modifiées.

» Il est d'ailleurs facile de s'assurer que les carpelles de bon nombre de végétaux ont, dès leur jeunesse, une constitution propre, essentiellement différente de celle des feuilles du même âge; et il est bien certain que les ovaires de quelques plantes ont des parois de structure semblable à celle du pédoncule qui les porte. Je crois devoir rappeler de nouveau, puisque les partisans de la théorie des carpelles-feuilles persistent à ne pas les prendre en considération, que les ovaires des *Prismatocarpus* sont dans ce cas.

» Dans les *P. Speculum* et *hybridus*, ainsi que je l'ai dit, il y a vingt-neuf ans, les ovaires et le fruit ont une strate fibreuse qui s'étend sur toute la paroi périphérique, et qui enserre le système vasculaire comme le fait celle du pédoncule qu'elle prolonge. Dans l'ovaire des *Nigella arvensis*, *damascena*, *hispanica* et dans celui du *Garidella nigellastrum*, une couche fibreuse continue revêt de même les faisceaux vasculaires; elle s'étend non-seulement dans les parois externes, depuis la base de l'ovaire jusque dans les styles, mais encore dans l'intérieur des cloisons. Les cellules fibreuses qui la composent ont la direction des faisceaux qu'elles accompagnent : où ceux-ci sont verticaux, elles sont verticales; où les faisceaux sont horizontaux, elles sont étendues dans le même sens.

» Tout l'embarras des botanistes, dans la question qui nous occupe, provient de l'introduction malheureuse des mots *axe* et *appendice*, en y attachant une signification incompatible avec les faits, tellement que, il n'y a pas longtemps encore, les botanistes les plus éminents pensaient que les appendices, étant les divisions ultimes du végétal, ne pouvaient rien engendrer.

» Supprimez le mot *appendice*, ainsi que je l'ai déjà demandé; consentez à regarder les feuilles, les sépales, les pétales, les étamines et les carpelles comme de simples ramifications de la tige, et toute difficulté disparaît. Nous n'éprouvons alors aucun embarras pour expliquer les insertions variées des parties de la fleur; et le phénomène que nos prédécesseurs nommaient *dédoublement*, et que M. Van Tieghem regarde comme le résultat de la division d'une *feuille composée* dans le sens radial, n'a plus lieu de nous étonner. Nous n'avons plus qu'à décrire l'insertion telle qu'elle se présente, en conservant même aux organes les noms que leur ont donnés les créateurs de la science.

» Nulle répugnance à se figurer la naissance des étamines sur les pétales, et l'insertion de la corolle sur le calice. Ce ne sont plus là des appendices qui ne peuvent rien produire, soudés entre eux; ce sont des ramifications fécondes, naissant les unes des autres, comme elles naissent sur l'axe commun qui les porte.

» Dès lors aussi, nulle répugnance à admettre ce qui frappe les yeux, la structure d'une tige dans l'ovaire des *Prismatocarpus*, etc., laquelle tige, quoique modifiée à l'intérieur, peut porter des feuilles, des fleurs latérales à l'aisselle de folioles, et se couronner par les sépales, les pétales et les étamines, sans que, pour comprendre tout cela, nous ayons besoin d'accepter l'intervention de prétendues soudures ou les opinions peu satisfaisantes que j'ai mentionnées.

» L'idée qui domine dans ce travail est simple, trop simple peut-être pour plaire à nos botanistes, et elle me paraît satisfaire à une nécessité de la science actuelle. Les discussions incessantes auxquelles donne lieu la théorie fondée sur la métamorphose des feuilles en est un sûr garant, et je ne connais pas d'expression susceptible de peindre les phénomènes avec plus d'exactitude.

» Dans une autre Communication, j'apporterai de nouvelles preuves à l'appui de l'opinion que je soutiens. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les diverses circonstances de l'apparition d'un bolide aux environs de Rome et sur les spectres stellaires*. Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, 7 septembre 1872.

» Le mois d'août passé paraît avoir été très-abondant en bolides. Dans ma dernière Communication, je parlais de celui qui a été observé à Rome

dans la soirée du 10 août, à $11^h 8^m$, et qui a été vu aussi à Velletri, Naples et Palerme.

» Voici les coordonnées de ce météore dans les stations principales :

		Ascension droite.	Déclinaison.
Au moment de l'ascension :	Rome..........	$23^h 20^m$	-23°
	Naples..........	0.20	$+2$
	Palerme..........	3.40	$+51$
Coordonnées à l'extinction :	Rome..........	0.30	-5
	Naples..........	22.40	$+41$
	Palerme..........	7.30	$+57$

» L'extinction de Palerme est douteuse, car le météore se cacha derrière la montagne Pellegrino. La hauteur de ce bolide serait, d'après un calcul approché du P. Ferrari, d'environ 76 kilomètres, et sa vitesse de 10 kilomètres par seconde.

» Mais l'apparition la plus intéressante a eu lieu le 31 août au matin, à $5^h 15^m$, temps moyen de Rome. Les différentes relations qui me sont parvenues à ce sujet peuvent se résumer ainsi pour les environs de Rome.

» A $5^h 15^m$ environ, un globe de flamme très-vif et un peu rougeâtre apparut sur l'horizon vers le sud-sud-ouest, dirigé vers le nord-nord-est. Il marchait d'abord lentement, mais sa marche s'accéléra rapidement. Il laissait derrière lui une traînée lumineuse semblable à une fumée ou à un nuage éclairé par le Soleil, qui cependant n'était pas encore levé. Arrivée près du point culminant du lieu, à l'est-nord-est de Rome, la flamme se dilata, prit l'aspect d'un cône ayant sa base arrondie en avant, s'éclaira vivement et disparut en lançant de petites lignes enflammées, qui ne furent pas vues par tous les observateurs.

» Quelques minutes après (de 2 à 3 minutes et même 4 minutes, selon les lieux), une détonation épouvantable se fit entendre, qui fit trembler en plusieurs lieux les maisons et les vitres. Cette détonation était sourde, différente de celle du tonnerre et ressemblait à l'explosion d'une mine ou d'une poudrière. Elle fut suivie d'un roulement semblable à un feu de file renforcé par deux forts contre-coups. Le bruit a été entendu par moi, mais je n'ai pas vu le météore. Cependant j'ai interrogé au moins cinquante témoins oculaires, et j'ai reçu, en outre, un grand nombre de lettres, toutes concordantes.

» La trace laissée par le bolide était d'abord étroite et rectiligne; elle se dilata ensuite et se contourna en forme d'énorme serpent, jusqu'à ce qu'elle s'évanouît, 10 ou 15 minutes après, comme un nuage. Dans le pas-

sage en vue de Rome, sa distance au zénith, dans le premier vertical, était de 26 à 30 degrés. Cette mesure a été prise par le P. Lais, de l'Oratoire, d'après des repères d'objets terrestres à Rome.

» Ce même bolide a été aperçu à une très-grande distance de Rome; il a été vu à Viterbe (long. 29° 46^m comptée de l'Ile-de-Fer, lat. 42° 25′), et à Veroli (long. 31° 5′, lat. 41° 41′), et le bruit a été partout également fort, si l'on en croit les relations qui disent qu'il a fait trembler les vitres et les maisons.

» Le relevé de toutes les descriptions qui me sont parvenues jusqu'ici prouve qu'il est entré sur la côte italienne, près de Porto-d'Anzio (long. 30° 13′, lat. 41° 27′), qu'il est passé sous un azimut de 7 degrés du sud à l'est, et de 7 degrés du nord à l'est, à Piperno (long. 30° 51′, lat. 41° 28′), qu'il est passé presque au zénith de Zagarolo (long. 30° 30′, lat. 41° 50′), et qu'il s'est dirigé vers les montagnes de Tivoli et de la Sabine. En effet, à Affile, près de Subiaco (long. 30° 46′, lat. 41° 53′), où la flamme et le bruit ont été très-forts, un pasteur a recueilli un fragment tombé quelques instants après la détonation, et lancé avec une grande violence près de lui. Ce fragment a été reconnu, par M. l'ingénieur Alvarez et M. le professeur S. de Rossi, comme une masse aérolithique, presque absolument ferrugineuse, très-dure, enveloppée de la couche fondue ordinaire. De plus, à Canemorto (maintenant appelé Orvinio) (long. 30° 36′, lat. 42° 8′), on a trouvé, dit-on, plusieurs autres *pierres noires*. Il est à espérer qu'avec le temps on réussira à retrouver ces précieux fragments.

» Jusqu'ici les phases sont celles de tous les aérolithes. Mais un fermier très-instruit, M. Jean Zandotti, m'a assuré que le même matin, à 3^h 30^m, étant à Casale S. Lorenzo, près de Porto d'Anzio, pendant qu'il attendait ses laboureurs, il a vu sur la mer, à une élévation de 30 à 40 degrés, une flamme ou lumière, comme un feu, de forme ronde, mais mal terminée, fixe apparemment, et qu'on ne pouvait confondre avec un fanal ou un feu quelconque en mer. La direction de ce feu était parfaitement la même que celle qui apparut après pour le bolide, qu'il vit parfaitement au ciel à 5^h 15^m; et il fut si frappé de cette coïncidence de direction, qu'il jugea lui-même que c'était le même feu qui était arrivé alors à la terre.

» On voit l'importance extrême de cette observation, qui porterait à supposer que cette masse a été vue dans la pleine obscurité comme une comète à son approche de la Terre. La grandeur du météore est représentée comme étant peu inférieure au diamètre de la Lune dans cette première

apparition et dans le moment de son explosion. Peut-être les marins l'auront-ils observé.

» Les régions extrêmes connues jusqu'à présent où le bolide a été vu et où l'on a entendu le bruit de l'explosion sont éloignées de 150 kilomètres. Les descriptions varient suivant les différents lieux, mais seulement dans les détails de la division du bolide et des pierres lancées, ce qui peut bien provenir de la distance et de la position des observateurs.

» Le roulement qui a suivi l'explosion a été attribué aux échos des montagnes, mais des chasseurs bien instruits et placés en pleine campagne ont remarqué que le bruit suivait la trace même du bolide, en remontant toutefois vers le point le plus éloigné de son apparition première. Ce qui est bien naturel, car le son marchait moins vite que le bolide.

» On m'a assuré que, le 6 août, on a vu un autre bolide pareil près de Subiaco, à 4 heures du matin, et qu'un autre a été observé dans les Marches, près d'Ascoli, le 15 environ. Mais je n'ai rien de sûr pour ces deux derniers.

» J'espère que je pourrai recueillir d'autres données, mais pour le moment je n'ai pas voulu différer à informer l'Académie de ce qui précède.

» Les observations des étoiles filantes du 10 août, faites au chronographe, ont été presque toutes construites par le P. Ferrari. Il en résulte que ces étoiles filantes dérivent d'au moins trois radiants différents, placés, l'un dans Cassiopée, un autre dans Persée, et le troisième dans la Girafe, avec un autre plus pauvre dans Céphée. Il en résulte encore qu'il y avait un autre radiant près de Fomalhaut, qui devenait plus net à mesure que la nuit s'avançait.

» Profitant des belles soirées actuelles, j'ai examiné quelques spectres stellaires; α Herculis, qui est maintenant petite et rouge, a le spectre parfaitement décomposable, non-seulement en colonnades, mais en lignes. J'ai encore examiné une étoile variable *u*, signalée par M. Schwiedt de Athény, mais elle avait le spectre continu, ou du moins sillonné de lignes très-fines. Nous verrons si elle change. En général, la résolubilité du spectre augmente avec l'affaiblissement de l'étoile. Sa position est : $\alpha = 257^\circ 51'$, $\delta = +33^\circ 16'$.

» A propos des spectres des étoiles, je dois rectifier une opinion qui paraît se répandre parmi les savants. M. Lockyer, dans une revue de mon livre *le Soleil* (1), suppose que je me suis approprié la division des types stellaires

(1) *The Academy*, n° 53. Aug. 1872, p. 289.

faite par M. Rutherfurd en 1863 (1). Mon ami M. Schellen est involontairement tombé dans la même erreur; il a même ajouté un entre-filet sur ce sujet dans sa traduction du *Soleil*.

» Or un coup d'œil sur la division de M. Rutherfurd et sur la mienne prouve qu'il n'y a rien de commun entre les deux. M. Rutherfurd établit ses *groupes* d'après la couleur naturelle des étoiles, et renferme dans le premier groupe celles qui *ont plusieurs lignes et zones et ressemblent à notre soleil, comme Capella, β Geminorum, α Orionis, Aldebaran, γ Leonis, Arcturus et β Pegasi*. Il est évident que ce groupe comprend toutes les grandes étoiles jaunes et colorées, et que celles de mon deuxième type, comme β Gémeaux, Capella, γ Leonis, etc., y sont mêlées avec celles de mon troisième type, comme α Orionis, β Pegasi, etc. Le deuxième de ses groupes est le premier de mes types et je l'avais déjà classé comme tel dans mes recherches de 1863, qui sont contemporaines de celles de M. Rutherfurd. Le troisième groupe de Rutherfurd est constitué par des étoiles qui n'ont pas de raies, comme Rigel et α Vierge. Or il est connu que ces étoiles ont des raies et appartiennent à des types différents.

» Il en résulte donc que ni par le mode de division, ni par le principe qui règle les divisions, mes types n'ont rien de commun avec les groupes de M. Rutherfurd. Ce savant s'est basé sur la couleur générale de l'étoile, et il s'accorde par là avec ma première division publiée dans le *Bulletin de l'Observatoire* en 1863. Au contraire, le principe sur lequel je me suis fondé, celui des bandes en forme de colonnades dont j'ai reconnu la constance dans les troisième et quatrième types, est tout à fait différent de celui qui a servi de base à M. Rutherfurd. La distinction en types, telle que je l'ai faite, n'appartient pas à l'astronome américain, qui, de fait, ne l'a jamais réclamée. Pour établir solidement ces types, il fallait examiner toutes les étoiles principales et un grand nombre des étoiles de seconde grandeur, ce que M. Rutherfurd n'a jamais fait, mais ce que j'ai accompli dans les années successives et publié en 1865 et en 1866, comme l'Académie le sait bien. »

M. **Milne Edwards** fait hommage à l'Académie de la première partie du 10[e] volume de son ouvrage intitulé : « Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'Homme et des Animaux. » Dans ce volume, l'auteur traite du système tégumentaire considéré comme appareil protecteur.

---

(1) *The American Journal of Science*. Janv. 1863, vol. XXXV, p. 77.

MÉMOIRES LUS.

M. le Dr A. Netter donne lecture d'un Mémoire intitulé : « Du traitement du choléra par l'administration, *coup sur coup*, d'énormes quantités de boissons aqueuses (20 litres et plus dans les vingt-quatre heures). »

Ce Mémoire est renvoyé à la Commission du legs Bréant.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Théorie élémentaire des intégrales doubles et de leurs périodes* (fin). Mémoire de M. Max. Marie. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« *Des périodes des intégrales doubles.* — Nous supposerons d'abord que l'équation qui définit z ait ses coefficients réels et admette une infinité d'infinités de solutions réelles ; les périodes de l'intégrale $\Sigma z\,dx\,dy$ seront alors réelles, ou imaginaires sans parties réelles ; il s'agit de les reconnaître et de les déterminer.

» Si x, y et z ne prennent que des valeurs réelles, l'intégrale $\Sigma z\,dx\,dy$ sera réelle ; mais pour que x, y et z reviennent simultanément à leurs valeurs initiales, sans avoir pris que des valeurs réelles et sans que z ait repassé par les mêmes valeurs, pour les mêmes systèmes de valeurs de x et de y, il faut que la surface représentée par l'équation proposée présente des nappes fermées en forme de sphéroïdes ; d'un autre côté, il est clair que l'intégrale relative à toute l'étendue d'une pareille nappe aura pour valeur le volume enveloppé par cette nappe.

» Ainsi les volumes enveloppés par les nappes fermées d'une surface sont des périodes réelles de l'intégrale $\Sigma z\,dx\,dy$ correspondant à son équation.

» Par exemple, $\frac{4}{3}\pi abc$ est la période réelle de

$$c\int\int dx\,dy\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}};$$

mais un ensemble fermé de systèmes de valeurs imaginaires de x, y et z, suffisamment voisines des coordonnées des points d'une nappe réelle fermée de la surface, redonnerait précisément la même valeur pour l'intégrale.

» Les ensembles fermés de systèmes de valeurs de x, y et z auxquels

correspondent les périodes imaginaires sont ceux qui se composent de deux systèmes de valeurs conjuguées deux à deux des trois variables, se rejoignant par une suite fermée de valeurs réelles correspondant à une courbe fermée tracée sur la surface réelle.

» Mais on pourra substituer à un pareil ensemble tout autre composé de valeurs de x, y, z suffisamment voisines des précédentes, pourvu que ce nouvel ensemble comprenne toujours deux parties se rejoignant par une suite de valeurs réelles des variables.

» On sait d'avance d'ailleurs que deux pareils ensembles, suffisamment voisins, fourniront identiquement la même valeur pour l'intégrale.

» Tout se réduit à établir que l'intégrale correspondant au parcours supposé ne sera pas nulle et à en obtenir la valeur.

» Or si l'on prend pour limite la suite de valeurs réelles par laquelle se rejoignent les deux parties de l'ensemble des solutions imaginaires conjuguées que l'on considère, et que l'on applique à ces deux parties la formule fondamentale, on aura, pour valeurs de l'intégrale

$$I' = -\frac{V+V'}{2} + 2V_1 + \left(\frac{V-V'}{2} - 2V'_1\right)\sqrt{-1},$$
$$I'' = -\frac{V+V'}{2} + 2V_1 - \left(\frac{V-V'}{2} - 2V'_1\right)\sqrt{-1};$$

l'intégrale I relative à tout l'ensemble sera donc

$$I = I' - I'' = (V - V')\sqrt{-1} - 4V'_1\sqrt{-1};$$

la première partie du second membre est le produit par $\sqrt{-1}$ du volume enveloppé par la surface fermée dont les coordonnées seraient $x = \alpha \pm \beta$, $y = \alpha' \pm \beta'$, $z = \alpha'' \pm \beta''$. Quant à la seconde, elle disparaîtra si l'on suppose que, au lieu de grouper ensemble des systèmes quelconques de valeurs imaginaires conjuguées deux à deux de x, de y et de z, on ait formé l'ensemble considéré des solutions communes à l'équation proposée et à celles

$$x = cz + d,$$
$$y = c'z + d'$$

d'une droite qui se déplacerait parallèlement à elle-même, dans l'intérieur d'un cylindre circonscrit à la surface proposée, parce que, dans ce cas, β, β' et β'' restant toujours proportionnels à c, c' et 1, la surface dont les coordonnées seraient β, β' et β'' aura tous ses points sur une seule droite, de sorte que son volume sera nul.

» Si l'on prend pour exemple l'équation

$$xy + yz + zx = -1,$$

et que l'on opère comme il vient d'être dit, on trouve pour la surface à cuber

$$(c + c')^2 z^2 + (c + 1)^2 y^2 + (c' + 1)^2 x^2 + 2xy + 2c^2 yz + 2c'^2 xz = 2(cc' + c + c'),$$

dont le volume, quand c'est un ellipsoïde, est $\frac{8}{3}\pi$, de sorte que la période de

$$\int\int \frac{(1 + xy)\,dx\,dy}{x + y}$$

est $\frac{8}{3}\pi\sqrt{-1}$, ce à quoi l'on serait arrivé plus aisément à l'aide du théorème de l'équivalence des volumes des conjuguées, que j'ai établi autrefois, et ce que nous retrouverons encore plus simplement par la théorie des résidus.

» Le cas où l'équation proposée aurait ses coefficients imaginaires se ramène à l'autre, comme dans la théorie des intégrales simples.

» Il est clair d'abord que si les coefficients de l'équation que l'on traite, précédemment réels, viennent à prendre des accroissements imaginaires, d'abord infiniment petits, les suites de valeurs de x, y, z, qui resteront suffisamment voisines de celles auxquelles correspondaient les périodes réelles ou imaginaires de l'intégrale, fourniront encore des périodes de cette intégrale dans le nouvel état des données; seulement les périodes réelles auront acquis des parties imaginaires très-petites, et les périodes imaginaires des parties réelles aussi très-petites. D'un autre côté, la suite des solutions pour lesquelles $\frac{dz}{dx}$ et $\frac{dz}{dy}$ seront restés réels différera infiniment peu de celle des solutions réelles de l'ancienne équation. Enfin la suite des solutions imaginaires fournies par la combinaison de l'équation proposée avec les équations d'une droite de direction constante sera dans une de ses parties, celle pour laquelle β, β' et β'' atteindront des valeurs finies quelconques, infiniment voisine de la suite des solutions imaginaires fournies précédemment par la combinaison des mêmes équations et à laquelle correspondait une période imaginaire de l'intégrale.

» La règle à suivre pour trouver les périodes de la nouvelle intégrale sera donc de prendre d'abord les valeurs de l'intégrale correspondant aux suites fermées de solutions pour lesquelles $\frac{dz}{dx}$ et $\frac{dz}{dy}$ seraient réels, ce qui

donnera les analogues des périodes réelles; de prendre ensuite les valeurs de l'intégrale correspondant aux suites fermées de solutions communes à l'équation proposée et à celles d'une droite de direction constante qui se déplacerait entre les positions où elle couperait le lieu en des points doubles, ce qui donnera les analogues des périodes imaginaires de l'intégrale primitive.

» Considérons, par exemple, l'équation

$$x^2+y^2+z^2=(r+r'\sqrt{-1})^2;$$

pour que $\frac{dz}{dx}$ et $\frac{dz}{dy}$ soient réels, il faudra que

$$\frac{\alpha}{\beta}=\frac{\alpha'}{\beta'}=\frac{\alpha''}{\beta''};$$

d'ailleurs on aura les deux conditions

$$\alpha^2+\alpha'^2+\alpha''^2-\beta^2-\beta'^2-\beta''^2=r^2-r'^2,$$
$$\alpha\beta+\alpha'\beta'+\alpha''\beta''=rr'.$$

Si l'on élimine β, β' et β'' entre ces équations, on obtient

$$\alpha^2+\alpha'^2+\alpha''^2=r^2,$$

d'où il résulte

$$\beta^2+\beta'^2+\beta''^2=r'^2;$$

on en conclut aisément

$$(\alpha+\beta)^2+(\alpha'+\beta')^2+(\alpha''+\beta'')^2=(r+r')^2$$

et

$$(\alpha-\beta)^2+(\alpha'-\beta')^2+(\alpha''-\beta'')^2=(r-r')^2;$$

les surfaces enveloppant les valeurs V, V', V_1 et V'_1 qui composeront l'intégrale cherchée sont donc les quatre sphères ayant pour rayons

$$r+r',\quad r-r',\quad r \text{ et } r';$$

l'intégrale étendue à tout le système de solutions pour lesquelles $\frac{dz}{dx}$ et $\frac{dz}{dy}$ sont réels est donc

$$\frac{4}{3}\pi\left\{2r^3-\frac{(r+r')^3+(r-r')^3}{2}+\left[\frac{(r+r')^3-(r-r')^3}{2}-2r'^2\right]\sqrt{-1}\right\},$$

ou

$$\frac{4}{3}\pi(r+r'\sqrt{-1})^3. \text{ »}$$

M. Pigeon adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Charles adresse une nouvelle Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Bouvard adresse une nouvelle Note sur le *postulatum* d'Euclide.

(Renvoi à la Commission.)

M. Hervier adresse quelques réflexions sur le *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. Guattari prie l'Académie de vouloir bien examiner ses appareils télégraphiques à air.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. le Comte Léopold Hugo adresse à l'Académie un exemplaire d'une planche gravée portant ce titre : « La sphère est un équidomoïde, ou démonstration de la prééminence des figures polygonales ».

Cette planche sera soumise à l'examen de M. Ossian Bonnet.

CORRESPONDANCE.

M. Quet prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Physique générale, par le décès de M. *Duhamel*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Rapport, imprimé en italien, sur les observations de l'éclipse solaire du 22 décembre 1870, exécutées en Sicile par la Commission italienne ;

2° Un ouvrage contenant un grand nombre de profils et coupes des terrains des États-Unis, publié sous la direction du Bureau géologique, par M. *H.-W. Elliott*.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle petite planète, faite à l'Observatoire de Paris, par* M. **Prosper Henry**. Note présentée par M. Yvon Villarceau.

« J'ai découvert, dans la nuit du 11 au 12 septembre, vers 1 heure du matin, une nouvelle petite planète, dont voici les positions approchées :

Le 11 septembre, à $15^h 47^m 35^s$, temps moyen de Paris,
Ascension droite (125)..... $= 23^h 59^m 33^s$
Déclinaison (125)......... $= -0°55'57''$

Mouvement horaire en ascension droite $= -1^s,9$, déduit d'une demi-heure d'observation.
La grandeur de la planète est $11^e,7$ environ.

» L'étoile de comparaison est 4612 des Zones d'Argelander. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète (125), faites à l'Observatoire de Paris, par* MM. **Ludinard, Tisserand, Paul Henry** *et* **Prosper Henry**. Note présentée par M. Yvon Villarceau.

Grand Cercle méridien (observateur : M. Ludinard).

	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Distance polaire.
	h m s	h m s	° ′ ″
1872. Septembre 12....	12.29.33	23.58.56,58	91. 1.19,0
Septembre 13....	12.25. 3	23.58.10,68	91. 8.37,5

Équatorial de la tour de l'ouest (observateur : M. F. Tisserand.)

	Temps moyen de Paris.	Asc. droite de (125).	l(par.×Δ).	Dist. polaire de (125).	l(par.×Δ).	Nombre des comp.
	h m s	h m s				
1872. Sept. 13.	10.56.36	23.58.13,70	$-(\bar{1},171)$	»	»	8
Sept. 13.	11.32.31	»	»	91°8′22″,6	$-(0,827)$	4

Position de l'étoile de comparaison : 47217 Lal. Poissons.

Ascension droite moyenne de 1872,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne de 1872,0.	Réduction au jour.	Autorités.
$23^h 58^m 30^s,02$	$+2^s,47$	91°12′48″,7	−16″,0	Lalande, Weisse, Santini, Lamont.

Équatorial du jardin (observateurs : MM. PAUL et PROSPER HENRY).

1872.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	l(par. × Δ).	Distance polaire.	l(par. × Δ).	Nombre de comp.
Sept. 13.	$11^h 50^m 21^s$	$23^h 58^m 11^s,98$	—(8,772)	91°8′30″,3	—(0,832)	6

Étoile de comparaison.	Grand.	Ascension droite moy. pour 1872,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moy. p. 1872,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1183 Weisse. 11949 Rumker.	7^e	$23^h 58^m 29^s,93$	$+2^s,47$	91°12′49″,9	—16″,0	Weisse. et Rumker.

M. YVON VILLARCEAU, en présentant ces observations, croit devoir faire remarquer que l'équatorial du jardin, dont la monture et le tube de la lunette sont en bois, n'est pas habituellement employé aux observations précises.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Extrait du Rapport général des observations faites aux Indes néerlandaises sur l'éclipse totale de Soleil du 12 décembre 1871, rédigé sur les rapports des différents observateurs, par* M. LE Dr OUDEMANS. Note transmise par M. le Ministre de l'Instruction publique, de la part de M. le Ministre des Affaires étrangères.

« L'éclipse du 12 décembre a été observée à Lawoungan, îlot situé dans la baie du Poivre, à la côte occidentale de Java, et dans l'île de Java, à Buitenzorg et à Tjilentap.

» A Lawoungan, j'étais accompagné de M. Soeters, ingénieur du service géographique, de M. le Dr Gratama, officier de santé de l'armée néerlandaise, ancien professeur de Chimie de l'École de Médecine d'Osacca, au Japon, de M. Hardeman, professeur au Lycée Guillaume III de Batavia, de M. Rosenwald, lieutenant de vaisseau, et de MM. Blaauw, Pieters et Frankamp, officiers de marine du navire de guerre *le Sumatra*.

» MM. les Drs Bergsma et Scheffer, assistés de MM. Woldringh, Lang et Crone, s'étaient établis à Buitenzorg, et M. l'ingénieur-géographe Metzger, accompagné de M. Dietrich, photographe de Buitenzorg, s'étaient transportés dans les Régences du Préanger, à la station de triangulation de Tjilentap, située par 104° 36′ longitude est de Paris, et par 6° 53′ 42″ latitude sud.

» A l'île de Lawoungan, le temps fut très-défavorable dans la matinée même du jour de l'éclipse. Jusqu'à 10 heures il y avait eu déjà trois ondées, ce qui n'empêcha pas les observateurs de débarquer de bonne heure et de dresser les télescopes.

» J'étais muni d'un télescope de Steinheil, de cinq pieds, portant un

spectroscope à vision directe de Merz, qui avait été envoyé de Hollande expressément pour cette circonstance. Malheureusement la pluie ne nous permit d'établir cet instrument que quelques minutes avant le commencement de la totalité de l'éclipse; malheureusement encore, lorsque le télescope et le spectroscope eurent été mis au point, l'absence totale des lignes de Fraunhofer me prouva que les verres du spectroscope étaient couverts de vapeur d'eau.

» Il était trop tard pour nettoyer le spectroscope; je fus donc obligé d'appliquer un oculaire ordinaire au télescope, et de me borner à faire des observations générales.

» A l'effet de nous mettre en état de dessiner les protubérances, M. Janssen nous avait envoyé une lentille ayant une distance focale de $3^{m},075$. L'image solaire était projetée sur un papier fixé sur une planchette, et M. Gratama s'était chargé du dessin.

» Il n'y eut que trois protubérances qui donnèrent une image assez nette pour pouvoir être dessinées au crayon. Leur position, comptée à partir du point le plus élevé du disque solaire vers la droite, est déterminée par les nombres 41, 176 et 200 degrés. Si à ces nombres on ajoute 56 degrés, on obtient les angles de position de ces protubérances rapportés au point septentrional du disque solaire.

» A Buitenzorg, le ciel fut tout à fait serein, et pas un nuage n'entrava les observations.

» A Tjilentap il y eut, le matin, des nuages flottants; mais, au moment de l'éclipse, le ciel était de la plus grande transparence.

Résumé des résultats des différentes observations.

» 1° La couronne lumineuse était d'un blanc pur. Ni à Lawoungan, ni à Buitenzorg on n'a distingué de couleurs. Les couleurs aperçues par quelques observateurs, dans les Régences de Préanger, paraissent être de nature subjective. Les fleurs et autres objets colorés semblaient néanmoins comme recouverts d'une teinte jaunâtre.

» 2° Les rayons de la couronne étaient variables, c'est-à-dire qu'on n'y a pas vu de brusques et rapides changements, mais ils se transformaient lentement.

» 3° Les rayons clairs, aussi bien que les rayons moins clairs ou fissures obscures (dark rifts), s'étendaient jusqu'au bord de la Lune. C'est ce que j'ai vu avec la plus grande certitude, tant à l'œil nu que dans le chercheur du télescope; et d'autres observateurs de l'île de Lawoungan l'ont vu avec moi.

» 4° Pas de chromosphère, si l'on entend par là une couche inférieure de l'atmosphère solaire dont la hauteur serait de quelques minutes. Pas autre chose qu'une couche formée par la matière des protubérances et s'étendant à quelques secondes de hauteur au-dessus du bord, si l'on excepte les endroits où se trouvaient les protubérances.

» Au commencement et à la fin de la totalité, cette couche a été visible durant quelques secondes. L'astronome anglais Airy a été le premier à signaler, en 1842, ce phénomène, qui peut entraîner une erreur de quelques secondes dans l'estimation, à l'œil nu, du commencement et de la fin de l'éclipse.

» Cette couche était très-luisante et avait la teinte violet tendre que l'on remarque dans les protubérances. Puisque, ainsi que je l'ai dit plus haut, toute la couronne lumineuse se composait de rayons blancs, il faut admettre que la couche formée par la matière des protubérances n'entre pour rien ou n'entre que pour peu de chose dans la production de la couronne, et que c'est la lumière du Soleil elle-même qui en est la cause principale, en glissant le long des bords de la Lune. Ceci est confirmé par la circonstance qu'il n'y avait pas de rapports entre les protubérances et les rayons. Il faudra examiner jusqu'à quel point la diffraction des rayons lumineux le long des bords de la Lune, ou le reflet des molécules éclairées flottant dans l'éther, contribue à la formation de la couronne.

» 5° La photographie instantanée de la couronne, faite par M. Dietrich, a bien plutôt l'aspect d'un phénomène de rayonnement que d'une espèce d'atmosphère ; ce sont donc des rayons qui paraissent être la partie composante principale de la couronne lumineuse.

» Les deux parties les plus basses de la couronne ont une hauteur de 2 à 3 minutes sur les épreuves de cette photographie ; et cette dernière partie correspond justement à une protubérance. Les rayons les plus étendus s'éloignent jusqu'à 10 minutes du bord de la Lune.

» 6° Si le phénomène a exercé quelque influence sur le mouvement diurne de l'aiguille aimantée, cette influence a été insignifiante ; car l'examen préalable que M. le docteur Bergsma a fait des observations recueillies à ce sujet à Batavia et à Buitenzorg a donné un résultat tout à fait négatif.

» 7° Selon les observations de M. Bergsma, à Buitenzorg, la couronne était polarisée radialement.

» 8° Les lignes d'ombre, dites mouvantes (flying shadows), qui sont probablement un phénomène d'interférence, ont été vues très-distincte-

ment à Buitenzorg, tandis qu'elles étaient invisibles à Lawoungan et à Tjilentap. Elles semblaient être situées dans des plans perpendiculaires à la direction du Soleil et allaient en s'éloignant de ce corps; leur distance mutuelle doit avoir été de 2 à 3 décimètres. A l'occasion d'éclipses futures, un examen approfondi de la nature et de l'origine de ces ombres linéaires sera d'une importance extrême.

» 9° Sur les photographies du Soleil partiellement éclipsé, on voit des anneaux concentriques dont l'origine est également incertaine, mais qui, à mon avis, trouvent peut-être leur explication dans les cônes lumineux provenant de réflexions intérieures dans le système des verres dont se compose l'objectif.

» 10° Les cornes du Soleil partiellement éclipsé se présentaient de temps en temps comme émoussées et rompues; et ces défectuosités paraissaient plus grandes que celles qui peuvent s'expliquer par les irrégularités de la Lune. Des observations et des mesures ultérieures pourront décider jusqu'à quel point ce phénomène pourrait être attribué à une illusion d'optique.

» 11° M. Metzger a vu, à Tjilentap, avant la totalité, des rayons tangentiels partant des cornes. M. Bruyn, à Batavia, où l'éclipse n'était pas totale, a observé des rayons radiaux à proximité des cornes, au moment de la plus grande phase.

« Evidemment le premier de ces deux phénomènes s'explique, si l'on admet l'origine partiellement optique des rayons de la couronne lumineuse, par l'existence d'une montagne escarpée, au bord de la Lune, tandis que le second phénomène est indubitablement le commencement des rayons d'une couronne.

» 12° A Lawoungan, M. Rosenwald a vu deux rayons en forme de lancette, et M. Soeters en a vu un. A Buitenzorg, MM. Bergsma et Scheffer ont vu et décrit un de ces rayons. On attend aussi encore l'explication de cette espèce de faisceau de rayons observés déjà précédemment.

» 13° Parmi les formes des protubérances, décrites par le P. Secchi dans les *Comptes rendus* du 2 octobre 1871, et telles qu'il les a observées au moyen de la méthode de Zöllner, on a remarqué les jets, les amas et les nuages.

» 14° Les résultats des observations du commencement et de la fin de l'éclipse, faites à Lawoungan, par MM. Soeters et Oudemans, à Buitenzorg par M. Woldringh et à Batavia par M. le colonel van Gogh et le lieutenant de vaisseau M. Bruyn, feront le sujet d'un Rapport subséquent. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la vitesse de transmission de la lumière dans les corps simples et sur leur forme cristalline; par* M. Ch.-V. Zenger.

« La détermination théorique de la vitesse du son est tout à fait d'accord avec la vitesse observée, et l'analogie du mouvement vibratoire du son et de la lumière a bientôt conduit les physiciens à représenter la vitesse de la lumière par les mêmes formules qui avaient servi pour la vitesse du son.

» Si e désigne l'élasticité et d la densité de l'éther lumineux, nous obtenons l'équation

$$v=\sqrt{\frac{e}{d}}.$$

L'indice de réfraction ayant la valeur inverse de la vitesse de la lumière, nous avons

$$n=\sqrt{\frac{d}{e}}.$$

» Il s'agit de donner une explication physique de cette formule, et de représenter la densité et l'élasticité de l'éther par des valeurs tirées de la nature physique du milieu réfringent.

» Si nous concevons les phénomènes lumineux comme produits par des vibrations moléculaires, la densité de l'éther lumineux doit être représentée par la densité des atomes ou par leur distance mutuelle r, ou bien elle doit être fonction de cette distance r; soit donc

$$d=f(r).$$

» C'est un fait confirmé par différentes expériences, qu'à l'aide d'une pression mécanique, par échauffement ou par tout autre moyen propre à diminuer ou à augmenter la distance des atomes, la vitesse de la lumière éprouve un changement sensible, quelquefois si profond que des milieux isotropes peuvent devenir biréfringents. Ces faits sont une confirmation de l'idée que la vitesse de la lumière est liée à la distance atomique.

» Enfin l'analogie de la lumière et de la chaleur, comme mouvement vibratoire des atomes, a conduit les physiciens à considérer ces deux phénomènes comme étant des mouvements vibratoires liés aux mêmes lois physiques et différant seulement numériquement, c'est-à-dire par la vitesse de propagation et la longueur d'onde. S'il en est ainsi, on ne peut admettre aucune différence dans la cause et dans les lois générales de ces mouvements vibratoires.

» J'ai été conduit de la sorte à supposer que ce que l'on appelle *élasticité de l'éther* peut être représenté par le travail extérieur produit sur les atomes des différentes substances par les mêmes forces. Cette action est mesurée par la chaleur spécifique, dans le cas où le mouvement vibratoire est un phénomène de chaleur.

» Il est évident qu'il ne peut pas y avoir de grande différence dans le travail ou dans l'élasticité de l'éther dans le cas d'un mouvement vibratoire plus rapide ou plus considérable que ne l'est la chaleur.

» Ainsi, en supposant que l'élasticité des atomes pour la lumière, si elle n'est pas la même que pour la chaleur, du moins s'en rapproche beaucoup, on ne commettra aucune erreur essentielle sur la nature et la valeur de cette élasticité.

» Admettons donc que l'élasticité des atomes pour la lumière soit identique ou proportionnelle à la chaleur spécifique s, et nous arriverons à l'équation

$$\frac{1}{v} = \sqrt{\frac{f(r)}{s}}.$$

Quant à la forme de la fonction de r, la supposition la plus simple est de faire $f(r) = r$.

» Alors nous pourrons essayer de voir si les résultats de l'expérience sont d'accord avec la théorie au moyen de l'équation

$$n = \frac{1}{v} = \sqrt{\frac{r}{s}}.$$

Si le milieu est homogène ou cristallisé dans le système régulier, nous pouvons nous imaginer que les atomes forment une molécule composée, arrangée de manière à constituer un cube aux angles duquel sont placés les atomes. Leur distance étant égale au côté du cube, et le volume de ce cube étant égal au volume moléculaire des éléments chimiques, ce volume est représenté par le rapport des équivalents chimiques m à leur densité w; nous obtenons ainsi

$$\frac{m}{w} = r^3 \quad \text{ou} \quad r = \sqrt[3]{\frac{m}{w}},$$

d'où l'on tire

$$n = \frac{1}{v} = \frac{\sqrt[6]{\frac{m}{w}}}{\sqrt{s}} \quad \text{ou} \quad n = \frac{1}{v} = \frac{m^{\frac{1}{6}}}{w^{\frac{1}{6}}\, s^{\frac{1}{2}}}.$$

» Suivant les lois de Dulong et Petit, le produit du poids atomique et de

la chaleur spécifique est une constante, et nous avons

$$n = \frac{1}{v} = c\frac{m^{\frac{2}{3}}}{w^{\frac{1}{6}}}.$$

» La densité des éléments chimiques et leur chaleur spécifique sont ordinairement données par rapport à l'eau prise comme unité, tandis que leur poids atomique suppose l'hydrogène pris comme unité. Pour ramener aussi le poids atomique à l'eau pour unité $HO = q$, on divise ce poids par q; d'où il vient

$$n = \frac{1}{v} = \frac{cm^{\frac{2}{3}}}{w^{\frac{1}{6}}\sqrt[6]{q}}, \quad \text{ou} \quad \log n = \log c + \tfrac{1}{6}(4\log m - \log w - \log q),$$

$$\log n = 0{,}5795202 - 1 + \tfrac{2}{3}\log m - \tfrac{1}{6}\log w.$$

» Voici un exemple pour trouver par cette formule l'indice de réfraction du soufre en cristaux octaédriques :

$$m = 16, \quad d = 2{,}045, \quad ms = 3.242.$$

En prenant

$$\log c = 0.5795202 - 1,$$

on trouve

$$n = 2{,}1404;$$
$$\text{tang}\, i = n = \text{tang}\, 64^\circ 57',5.$$

» Les indices de réfraction observés dans la direction des axes optiques a, b, c sont, suivant Schrauf, pour le rayon rouge B,

$$n_a = 2{,}22145, \quad n_b = 2{,}02098, \quad n_c = 1{,}93651.$$

» Pour le rayon D, Brewster a trouvé

$$n = 2{,}115 \quad \text{et l'angle} \quad i = 63^\circ 45'.$$

» Les petites différences des observations s'expliquent par la forme irrégulière du soufre, dont les atomes ne se trouvent pas arrangés de la manière supposée plus haut. Mais on peut admettre que leurs distances changent dans les directions des axes en raison de la longueur de ces axes

$$a : b : c = r_a : r_b : r_c.$$

Les distances relatives atomiques peuvent alors être calculées, si les indices sont connus, par la proportion

$$n_a^2 : n_b^2 : n_c^2 = \frac{r_a}{s_a} : \frac{r_b}{s_b} : \frac{r_c}{s_c};$$

et, en supposant que la chaleur spécifique soit identique dans la direction des trois axes, on obtient

$$n_a^2 : n_b^2 : n_c^2 = r_a : r_b : r_c = a : b : c = 1,2082 : 1 : 0,9181,$$

d'où l'on tire, par l'équation $\cos \frac{A}{2} = \frac{ac}{\sqrt{a^2 b^2 + a^2 c^2 + b^2 c^2}}$,

$$\frac{A}{2} = 53^\circ 52' \quad \text{et} \quad A = 107^\circ 44';$$

tandis que l'observation a donné pour l'angle principal de l'octaèdre du soufre $A' = 106^\circ 58'$; valeur très-rapprochée de la valeur calculée par la formule précédente, qui donne une expression physique à la densité et à l'élasticité de l'éther lumineux.

Tableau des indices de réfraction des éléments chimiques.

	Indices de réfraction			Angles de polarisation maximum	
	Observés.		Calculés.	Observés.	Calculés.
Phosphore......	B = 2,1059 D = 2,1442 H = 2,3097	Gladstone et Dale	2,1365	64°.36'	64°.55'
Soufre..........	B = 2,22145 H = 2,32967	Schrauf	2,1404	63.45	64.57
Diamant........	B = 2,46062 H = 2,51125	Schrauf	2,5620	68. 1	68.40
Graphite........	2,04 2,44	Wollaston	2,2776	65.56	66.13
Silicium (forme de diamant)......	3,736	H. Sainte-Claire Deville	3,600	»	»
Bore (forme de diamant)........	Comme le diamant de charbon d'après Wöhler		2,5146	»	»
Mercure........	5,8 4,953	Herschel et Arago Brewster	5,29645	79.18,5	79.26
Argent..........	B = 3,6868 D = 2,8641 H = 1,7251	Jamin	3,6627	74.49,5	74.42,5
Or.............	»		4,9450	»	78.34
Cuivre..........	B = 2,5265 D = 2,0456 H = 1,6336	Jamin	2,6414	68.24,5	69.16
Zinc...........	B = 3,0645 D = 2,8950 H = 2,2823	Jamin	2,7833	71.57,4	70.14,4

Angles des axes des métaux rhomboédriques.

	Angles du rhomboèdre		Axes du rhomboèdre	
	Observés.	Calculés.	Observés.	Calculés.
Bismuth......	87°.40′	87°. 7′,9	1 : 1,3035	1 : 1,3201
Antimoine....	87.35	86.57,3	1 : 1,3068	1 : 1,3327
Tellure.......	86.57	87.11,7	1 : 1,3298	1 : 1,3202
Arsenic.......	85. 4	84.30,9	1 : 1,4025	1 : 1,4403. »

OPTIQUE. — *Sur les changements de phase produits par la réflexion métallique.* Note de M. A. POTIER.

(Commissaires : MM. Jamin, de Saint-Venant.)

« Je me suis proposé d'étudier de quelle manière la réflexion métallique agissait sur la lumière, et particulièrement sur la lumière polarisée dans le plan d'incidence. Les travaux de M. Jamin, ayant fait connaître la différence de phase des rayons polarisés dans les deux azimuts principaux, ainsi que les intensités des rayons réfléchis, permettent de déduire de l'altération de la lumière polarisée dans le plan d'incidence l'altération subie par la lumière polarisée dans le plan perpendiculaire. Dans ce but, j'ai employé deux méthodes : la première consiste à étudier les anneaux colorés produits entre une lentille et une plaque métallique ; la seconde, à étudier les interférences de deux faisceaux ayant subi, l'un la réflexion métallique, l'autre la réflexion ordinaire ou totale sur une substance transparente.

» Si la plaque métallique se comportait comme une plaque vitreuse, les diamètres D des anneaux seraient liés à leur numéro d'ordre n par une relation de la forme $D^2 = an - b$; équation dans laquelle b est indépendant de l'incidence, mais est variable, comme je l'ai énoncé dans une Note précédente, avec la nature du milieu compris entre la plaque et la lentille, $\frac{b}{2R}$ étant l'épaisseur optique de ce milieu au point où elle est la plus faible.

» On trouve que b varie avec l'incidence ou que l'épaisseur théorique de la lame mince, calculée par le nombre des anneaux, est variable, ce qui n'est susceptible que d'une interprétation, savoir : il y a altération, variable avec l'incidence, de la phase de la lumière réfléchie ; cette altération, nulle quand l'incidence est rasante, atteint sa valeur maxima pour l'incidence normale. Elle est d'ailleurs variable aussi avec la nature du milieu constituant la lame mince, et d'autant plus prononcée que celui-ci est plus ré-

fringent. Pour l'argent, par exemple, le retard du rayon réfléchi normalement est $\frac{1}{9}$ de phase lorsque la réflexion a lieu dans l'air, de $\frac{1}{6}$ lorsqu'elle a lieu dans une essence d'indice 1,47.

» La seconde méthode a donné des résultats identiques. On a placé entre le collimateur et la lunette d'un goniomètre de Babinet un prisme isoscèle dont la base réfléchissait les rayons parallèles issus du collimateur et réfractés une première fois par l'une des faces du prisme, sur l'autre face, et de là dans la lunette.

» Cette base était argentée dans toute son étendue, sauf sur un petit rectangle ayant la hauteur du prisme et une largeur de 3 à 4 millimètres prise au milieu de la base; on interpose dans le trajet du faisceau incident une double fente parallèle à la fente du collimateur et aux arêtes du prisme : la lumière qui éclaire la fente est polarisée avant son entrée dans l'appareil. En donnant à la double fente un mouvement de translation perpendiculaire à la direction des rayons incidents, il est facile de faire en sorte que l'un des faisceaux qui en sort tombe sur la partie argentée, et l'autre sur la partie mise à nu, et de s'arranger ensuite de manière que le faisceau qui tombait dans une première position sur l'argent tombe sur la partie mise à nu, et inversement; à ces deux positions de la double fente correspondent au foyer de la lunette des franges d'interférence qu'on observe avec un puissant oculaire. Le déplacement de ces franges, qu'on mesure au micromètre, donne le double du retard relatif du rayon réfléchi sur l'argent et du rayon réfléchi sur l'air. On voit aisément qu'on peut substituer à l'air un liquide quelconque, et, en variant l'angle du prisme et la nature du liquide, mesurer ces retards dans des conditions très-variées, tant pour la réflexion ordinaire que pour la réflexion totale; comparer les retards du faisceau réfléchi par le métal avec des faisceaux réfléchis sous la même incidence par l'air ou un liquide, et vérifier la formule que Fresnel a donnée pour la perte de phase par réflexion totale, formule qui n'a pas encore été, à ma connaissance, l'objet d'une vérification expérimentale.

» La concordance des résultats obtenus par les deux méthodes est complétement satisfaisante. Si de plus on désigne par U et u, comme l'a fait Cauchy, deux variables liées aux constantes du métal par les relations

$$U^2 \cos 2u = \theta^2 \cos 2\varepsilon - n^2 \sin^2 i, \qquad U^2 \sin 2u = \theta^2 \sin 2\varepsilon,$$

i étant l'incidence, et n l'indice du milieu (qui a été pour les premières expériences l'air, l'eau et une essence; pour les secondes, un crown ordinaire

et un flint d'indice 1,715), la différence de phase δ satisfait à l'équation

$$\tang 2n\frac{\delta}{\lambda} = \tang 2\omega \sin u, \quad \tang\omega = n\frac{\cos i}{U}$$

(δ étant le *retard* du rayon réfléchi métalliquement et compris entre $\frac{1}{2}$ et 1). Cauchy ayant donné et M. Jamin ayant vérifié la formule

$$\tang 2n\frac{\delta''}{\lambda} = \tang 2\omega'' \sin u, \quad \tang\omega'' = \tang^2 i \tang\omega,$$

il reste, pour la différence de phase ou le retard du rayon réfléchi métalliquement et polarisé dans le plan perpendiculaire au plan d'incidence,

$$\tang 2n\frac{\delta'}{\lambda} = \tang 2\omega' \sin(2\varepsilon - u), \quad \tang\omega' = \frac{n U \cos i}{\theta^2}$$ (δ' étant compris entre $\frac{1}{2}$ et 1),

formule qui se prête également à des vérifications directes, mais moins étendues, à cause de la faible intensité des rayons réfléchis,

» L'existence d'un retard produit par la réflexion métallique sous l'incidence normale pouve qu'on ferait une erreur en estimant l'épaisseur d'une couche métallique appliquée sur une lame de verre par la différence des anneaux réfléchis par le métal d'une part, par le verre de l'autre, erreur qui, pour l'argent, atteindrait $\frac{1}{9}$ de la longueur d'onde du jaune, et ne serait par conséquent pas négligeable s'il s'agissait de lames transparentes métalliques, dont l'épaisseur n'est jamais qu'une petite fraction de longueur d'onde.

» De plus, ce retard dans le rayon réfléchi doit être accompagné d'une altération dans le rayon réfracté; et quand un rayon lumineux traverse normalement une lame mince transparente d'argent, il doit subir deux fois cette altération. Or les calculs qui ont conduit aux formules ci-dessus donnent une avance de $\frac{1}{10}$ de phase, pour ces altérations superficielles dans le cas d'une lame mince d'argent appliquée sur un crown d'indice 1,5; on doit tenir compte de cette action si l'on se propose d'estimer la vitesse de propagation de la lumière dans le métal; faute de prendre cette précaution, on trouve des indices trop faibles, et qui peuvent même être négatifs si la lame est assez mince, ainsi que cela est arrivé à certains expérimentateurs.

» Les phénomènes auxquels donnent lieu les métaux présentent ainsi une complication beaucoup plus grande que ceux produits par les matières transparentes, puisqu'il n'existe pas de surface sur laquelle les rayons incident et réfléchi polarisés dans le plan d'incidence soient concordants, mais seulement une surface sur laquelle ces rayons présentent les différences de

phase données par la formule ci-dessus; et si l'on applique aux métaux l'hypothèse, proposée pour les corps transparents, de la continuité de constitution de l'éther, cette surface sera à une profondeur plus ou moins grande, suivant la nature du milieu en contact avec le métal. La polarisation elliptique de la lumière réfléchie est due à deux causes : l'une énergique, le pouvoir extincteur du métal; l'autre beaucoup plus faible et dépendant de la nature du milieu dans lequel la réflexion a lieu; aussi trouve-t-on pour les constantes θ et ε d'un même métal déterminées par les méthodes de M. Jamin des valeurs différentes, suivant que la réflexion a lieu dans l'air, l'eau ou un autre liquide.

» Cette cause accessoire, qui produit à elle seule la polarisation elliptique dans la réflexion vitreuse, ne peut être séparée expérimentalement de la cause principale, dont elle paraît seulement faire varier l'intensité.

» Les lames minces d'oxydes métalliques que l'on produit sur l'acier notamment, en le chauffant au contact de l'air, fournissent un moyen commode de vérifier, sous l'incidence normale pour la lumière naturelle et sous une incidence quelconque pour la lumière polarisée dans le plan d'incidence, l'existence d'une altération dans la phase de la lumière réfléchie, variable avec le milieu dans lequel la réflexion a lieu.

» La couleur que présente une semblable lame en un point quelconque dépend en effet non-seulement de son épaisseur, mais des différences de phase introduites par les réflexions sur les deux surfaces qui la limitent. Or, en modifiant l'un des milieux entre lesquels se trouve comprise la lame, on modifie son épaisseur optique et la perte de phase due à la réflexion; la couleur de chaque point de la lame devra donc être modifiée, ce que l'expérience montre en effet. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la mesure des sensations physiques, et sur la loi qui lie l'intensité de ces sensations à l'intensité de la cause excitante; par* **M. J. Plateau.** (Extrait par l'Auteur.)

« Fechner, partant d'une loi approximative établie par Weber, a cherché, en 1859, à représenter par une formule la relation entre l'intensité de la sensation et celle de la cause excitante. Cette formule indique que l'intensité de la sensation croît beaucoup moins rapidement que celle de l'excitation; elle paraît, du reste, n'être suffisamment applicable qu'à partir d'une certaine valeur de l'excitation; en effet, pour une excitation nulle, par exemple, elle donne une sensation infinie négative.

» L'idée d'évaluer jusqu'à un certain point les sensations physiques s'était présentée à moi une vingtaine d'années auparavant, et j'avais commencé sur ce sujet une série d'expériences; mais, entraîné par d'autres recherches, je ne les ai pas continuées. La Note actuelle n'a point pour but de réclamer la priorité de l'idée dont il s'agit, puisque mes premiers essais n'ont pas été publiés; mais comme la méthode que j'ai suivie s'appuie sur un principe absolument différent de celui qui sert de base à la formule de Fechner, et comme, d'ailleurs, le résultat qu'elle m'a donné révèle en nous une faculté particulière d'estimation, je ne crois pas sans intérêt de la faire connaître.

» Lorsque nous éprouvons, soit simultanément, soit successivement, deux sensations physiques de même espèce inégales en intensité, nous jugeons aisément laquelle des deux est la plus forte, et nous pouvons, en outre, décider si leur différence est faible ou considérable; mais il semble que là doit s'arrêter la comparaison, du moins si nous nous bornons à une appréciation directe, et qu'il faut nous considérer comme incapables d'évaluer ainsi le rapport numérique des intensités de ces deux sensations. Mais je me suis assuré, par une expérience simple, que le jugement que nous portons sur ces intensités relatives n'est pas aussi vague qu'il le paraît au premier abord : j'ai prié séparément plusieurs personnes s'occupant toutes de peinture, et, par conséquent, accoutumées à l'examen et au maniement des teintes, de me former trois carrés de papier enduits, le premier d'une couleur blanche bien pure, le deuxième d'un noir bien intense, et le troisième d'un gris tel que, ce carré étant placé entre les deux autres près d'une fenêtre, le gris en question parût différer autant du blanc que du noir. Il est évident que, si l'appréciation de l'égalité des deux contrastes repose sur un sentiment vague, les gris fournis par ces personnes, qui étaient au nombre de huit, devaient présenter entre eux des différences très-notables, tandis que si ce même sentiment a de la netteté, tous ces gris devaient se rapprocher beaucoup les uns des autres. Or c'est ce dernier cas qui est arrivé : les huit échantillons de gris se sont trouvés presque identiques. En les juxtaposant par ordre, depuis le plus clair jusqu'au plus sombre, j'ai pu choisir parmi eux celui qui me paraissait moyen entre tous, et ce dernier devait conséquemment être voisin du gris, qui produit une sensation exactement intermédiaire entre celles qui déterminent une couleur blanche et une couleur noire bien pures.

» On peut également, par ce procédé, se procurer un gris exactement intermédiaire entre le précédent et le noir, et un autre intermédiaire entre

le même et le blanc; on voit que les intensités des sensations correspondant aux teintes de ces cinq carrés seront entre elles comme les nombres 0, 1, 2, 3, 4. Je fais ici, bien entendu, abstraction de la faible quantité de lumière que réfléchit encore le noir. Enfin on peut multiplier à volonté les nuances intermédiaires, et l'on obtiendra de la sorte une échelle de teintes qui, tout au moins au degré d'éclairement sous lequel elles ont été formées, produiront des sensations dont les intensités auront entre elles des rapports connus.

» Ainsi, bien que nous n'ayons pas la faculté d'estimer d'une manière directe le rapport d'intensité de deux sensations de lumière, nous possédons une autre faculté, qui nous permet d'arriver indirectement à la valeur de ce rapport : cette faculté consiste en ce que nous apprécions nettement l'égalité entre deux contrastes.

» Voici actuellement une méthode au moyen de laquelle on obtiendra, en même temps que l'échelle de teintes dont j'ai parlé, les intensités lumineuses relatives de ces teintes, ce qui permettra de trouver au moins une loi empirique.

» On sait que si l'on partage un disque de carton en secteurs alternativement blancs et noirs, tous les premiers étant égaux entre eux, et tous les seconds étant de même égaux entre eux, et si l'on fait tourner rapidement ce disque dans son plan autour d'un axe central, de manière à produire l'apparence d'une teinte grise uniforme, l'intensité lumineuse de ce gris est à celle du blanc comme la largeur angulaire d'un secteur blanc est à la somme des largeurs angulaires d'un secteur blanc et d'un secteur noir.

» Cela étant, supposons qu'au lieu de secteurs noirs complets il n'y ait sur le disque que des portions de secteurs comprises entre le bord de ce disque et une circonférence concentrique dont tout l'intérieur soit blanc; supposons, en outre, que le disque soit placé devant une surface noire. Alors, quand on le fera tourner, l'ensemble des portions de secteurs donnera une zone grise, et l'on pourra comparer le contraste entre le gris dont il s'agit et le blanc central, avec le contraste entre ce même gris et le noir extérieur. Maintenant, comme on est maître de modifier à volonté le degré de foncé du gris de la zone en changeant les largeurs angulaires relatives des portions noires et blanches, on pourra arriver, par tâtonnement, à réaliser une teinte grise qui paraisse exactement aussi différente du noir extérieur que du blanc central. On conçoit qu'il sera facile, au moyen de disques partagés autrement, d'appliquer le même mode à la recherche d'une

suite de gris dont on connaîtra les intensités lumineuses relatives, et qui exciteront des sensations dont les rapports seront également connus.

» Si je n'ai pas exécuté les dernières expériences ci-dessus, c'est que M. Delbœuf, professeur à l'Université de Liége, qui avait ses propres idées sur la question, a entrepris la poursuite de celle-ci; il est arrivé à une formule un peu différente de celle de Fechner, et qui ne présente pas les mêmes imperfections; pour la soumettre à l'épreuve de l'expérience, il a employé, d'après mon conseil, le principe de l'égalité des deux contrastes, ainsi que les secteurs tournants.

» Dans la Note que je viens de résumer, j'ai été conduit, par un fait d'expérience d'une précision insuffisante, à une formule absolument autre que celle de Fechner; or le travail de M. Delbœuf, travail non encore publié, mais qui a été présenté à l'Académie de Belgique, et de l'examen duquel j'ai été chargé, m'a convaincu que ma formule était inexacte. »

GÉOLOGIE. — *Observations à propos de deux Notes de M.* Cayrol *sur le terrain crétacé de la Clape et des Corbières.* (Note posthume de **M. H. Magnan**, adressée par M. Joulin.)

« Dans deux Notes sur le terrain crétacé inférieur de la Clape et des Corbières, insérées dans les *Comptes rendus* (1), M. Cayrol prétend que le terrain dont il s'agit est représenté dans ces régions de la manière suivante :

» 1° Par un système calcaréo-argilo-marneux, zone inférieure à Orbitolines (nos 1, 2, 3, 4, 5 et 6 du tableau de la première de ces Notes);

» 2° Par une puissante masse de calcaire à *Requienia* (*Caprotina*) *Lonsdalii* (no 7 du même tableau), calcaire à Dicérates de Dufrénoy;

» 3° Par une seconde zone à Orbitolines (nos 8, 9 et 10 du tableau en question);

» 4° Par le grand étage du Gault, reposant en stratification concordante sur cette dernière assise.

» D'où il suit que ce géologue n'admet pas la *récurrence* des calcaires à Caprotines que, avec MM. Leymerie et Coquand, j'ai signalée dans nos régions pyrénéennes et corbiériennes.

» Je rappellerai tout d'abord que j'ai démontré à diverses reprises (2)

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 51 et 1111.

(2) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1209. — *Bulletin de la Société géologique de France*,

que le groupe de la craie inférieure des Pyrénées et des Corbières se divise en trois étages : le néocomien, l'aptien ou urgo-aptien et l'albien, et que ces étages ont chacun une lithologie et une faune particulières, quoique possédant quelques fossiles communs.

» Ainsi, le néocomien proprement dit, dont la puissance varie entre 200 et 400 mètres, est essentiellement formé de calcaires çà et là dolomitiques et de calcaires marmoréens gris et gris bleuâtre, renfermant en abondance des Rudistes, parmi lesquels on a reconnu la *Caprotina Lonsdalii* et, peut-être en certains lieux, la *Caprotina ammonia,* renfermant en outre certains Brachiopodes, le *Cidaris Pyrenaica,* etc.

» L'aptien ou urgo-aptien, qui a 200 à 250 mètres d'épaisseur, est composé de calcaires variés, de calcaires marneux, de schistes et de calschistes ordinairement noirâtres à *Belemnites semi-canaliculatus*, *Ostrea aquila*, *Echinospatangus Collegnii*, *Pseudodiadema Malbosi*, *Orbitolina conoidea* et *discoidea.* Ces roches entourent des calcaires à *Cidaris Pyrenaica*, *Caprotina Lonsdalii*, ressemblant à ceux du néocomien, mais renfermant avec ce Rudiste les *Ostrea macroptera et Boussingaultii*, et de nombreux Brachiopodes, parmi lesquels je citerai : *Rhynchonella lata*, *R. nuciformis*, *Terebratula sella*, *T. prælonga*, *Terebratella Delbosii* (1).

» L'albien enfin, qui dépasse 1500 mètres d'épaisseur, est constitué : 1° par de puissants calschistes et schistes noirâtres plus ou moins gréseux à la base, renfermant de nombreux fossiles : *Belemnites minimus*, *Ammonites Milletianus*, *Mayorianus* et *splendens*, *Turritella Vibrayeana*, *Trigonia Fittoni* et *Archiaciana*, *Nucula bivirgata* et *pectinata*, *Plicatula radiola*, *Pentacrinites cretaicus*, etc.; 2° par des calcaires compactes, ressemblant à ceux du néocomien et de l'aptien, et contenant comme eux des Caprotines, mais s'en distinguant par certains caractères lithologiques, notamment par la présence de brèches à grands éléments de calcaires marmoréens d'une blancheur éclatante et de calcaires rosés; 3° par des schistes noirs, des calschistes avec bancs calcaires subordonnés et des schistes ardoisiers sans fossiles.

» Par ce qui précède, on voit que si M. Cayrol reconnaît la grande puis-

---

2e série, t. XXV, tableau de la page 709. — *Comptes rendus,* t. LXX, p. 694. — *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse,* t. IV, p. 34.

(1) Cet étage, qui forme la majeure partie de la petite montagne de la Clape, n'est, ai-je dit, qu'un chapitre intéressant du livre de la craie inférieure des Pyrénées, chapitre autrefois isolé que l'on peut mettre maintenant à sa vraie place.

sance de l'étage albien que j'ai indiqué dans nos montagnes, — étage qui était presque dénié par M. Leymerie (1), — ses dires sont opposés aux miens en ce qui concerne les couches qui forment la base du terrain de *récurrence* des calcaires à Caprotines. En effet, cet observateur croit que son système calcaréo-argilo-marneux, c'est-à-dire les couches à *Ostrea aquila*, *Plicatula placunea*, *Orbitolina discoidea* et *conoidea*, qu'il place à tort, selon moi, dans le néocomien, et que je range dans l'aptien ou urgo-aptien, repose *directement* sur les calcaires du jurassique (2); comme il croit aussi qu'il n'y a qu'un seul niveau de calcaires à Caprotines, lequel se trouverait exclusivement compris entre deux zones à Orbitolines.

» Or, les coupes graphiques que j'ai publiées sur le sujet sont opposées à cette manière de voir : elles démontrent, en effet, la superposition *en concordance* des trois étages que j'ai établis, comme elles font voir celle des calcaires à Caprotines du néocomien proprement dit sur les couches de l'oolithe.

» Il est vrai de dire que, pour essayer d'annihiler les données fournies par mes coupes, ou, en d'autres termes, pour prêter un appui à sa manière de voir, M. Cayrol invoque des failles que je n'aurais pas aperçues. On me permettra cependant de dire que je suis familiarisé avec ces sortes d'accidents. Mon contradicteur en conviendra lui-même, et il paraîtra peut-être étonnant que, ayant étudié d'une manière spéciale les grandes failles des Pyrénées et des Corbières, je n'aie jamais aperçu celles qui accidentent le terrain crétacé des mêmes régions.

» Je crois devoir ajouter que ce ne sont pas seulement les coupes graphiques des Corbières, de l'Ariége et de la Haute-Garonne, qui m'ont convaincu que le terrain de craie est composé ainsi que je l'ai dit. Cette conviction, je l'ai acquise en explorant pas à pas la chaîne des Pyrénées françaises, des rivages de la Méditerranée aux bords de l'Océan. J'ai vu partout, quand il n'y a pas de failles qui viennent interrompre la série naturelle des terrains, les calcaires à Caprotines du néocomien proprement dit, reposer *directement* sur les dolomies et les calcaires de l'oolithe (entre Montpezat et Villesergues des Corbières, chaîne de Saint-Antoine de Galamus; Cluse de l'Aude, au sud de Quillan; Saint-Lizier, près de Saint-Girons;

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p 694.

(2) A ce propos, j'ai lieu de m'étonner que M. Cayrol n'ait signalé dans sa Note sur les Corbières aucune localité où l'on puisse voir les rapports de position dont il parle; il aurait dû, ce me semble, eu égard à l'importance de la discussion, désigner certains points faciles à vérifier.

massif de Cagire dans la Haute-Garonne; sud d'Hechettes dans la vallée de la Neste d'Aure; Callebet dans la vallée d'Asson; sud d'Escot et sud de Sarrance, dans la vallée d'Aspe, etc.); comme aussi j'ai pu reconnaître partout la *récurrence* des calcaires à Caprotines, c'est-à-dire la présence de ces Rudistes dans le néocomien, dans l'aptien ou urgo-aptien et dans l'albien.

» Les géologues seront d'ailleurs édifiés sous peu, à propos de ces diverses questions. Dans un *Mémoire sur la partie inférieure du terrain de craie (néocomien, aptien, albien) des Pyrénées françaises et des Corbières* (1), je donne 500 kilomètres des coupes graphiques relevées à travers nos montagnes et le long de nos principales vallées; ces coupes feront voir les vraies relations des étages en discussion.

» Ces coupes montreront aussi, pour parler de la Clape, dont s'est occupé plus spécialement M. Cayrol : 1° que l'albien, contrairement à l'opinion de cet observateur, est représenté dans ce massif par des couches de grès qui contiennent le *Belemnites minimus*, des débris d'une lumachelle caractéristique de cet étage, grès dans lesquels ont été recueillis près de Salles la *Trigonia Fittoni* et non la *T. scabra*, ainsi que des Ammonites voisines des *A. Milletianus* et *splendens;* 2° que les calcaires compactes à *Caprotina Lonsdalii* s'y observent à deux niveaux différents : dans le néocomien proprement dit et dans l'aptien ou urgo-aptien. »

M. Louis Faucon adresse à l'Académie des observations nouvelles sur le *Phylloxera*, faites chez lui par *M. Gaston Bazille*, président de la Société centrale d'Horticulture de l'Hérault, qui s'exprime de la manière suivante :

« M. Faucon vient de donner un nouveau champ aux recherches scientifiques. Dans une lettre du 31 août dernier, il m'envoyait douze *Phylloxera* ailés.

» La découverte était trop intéressante pour que je ne me sois pas empressé d'aller sur place, à Graveson, chercher à mon tour cet insecte, jusqu'à présent introuvable. Le mercredi 4 septembre, nous sommes restés deux heures avec M. Faucon et ses deux jeunes neveux, couchés à plat ventre à côté de souches malades, cherchant le *Phylloxera* ailé. Malgré cette position assez peu commode et qu'un soleil ardent rendait encore plus fatigante, jamais chasse ne m'a paru aussi intéressante. Le *Phylloxera* ailé, invisible jusqu'à ce moment, se présentait à chaque instant sous nos yeux, marchant allégrement sur le sol dans tous les sens, et faisant plus usage de ses pattes que de ses ailes. Pendant tout le temps que nous sommes restés à l'affût, nous avons suivi avec la loupe une trentaine de *Phylloxera* ailés; aucun n'a fait mine de s'envoler. Avec la pointe aiguë d'un brin d'herbe, nous avons à diverses reprises renversé un *Phylloxera* ailé, arrêté sa marche; l'insecte se retournait, cher-

(1) Cette étude paraîtra dans le *Recueil des Mémoires de la Société géologique de France*.

chait à éviter l'obstacle, battait parfois ses ailes, l'une contre l'autre, mais sans jamais prendre son vol.

» En même temps que l'insecte ailé, nous voyions aussi, marchant rapidement à la surface du sol, pleins de vie malgré le grand jour et le soleil, de jeunes *Phylloxera* aptères, ceux que jusqu'à présent nous avions cru vivre dans l'ombre et sous terre. Ces insectes, beaucoup plus petits que les *Phylloxera* ailés, étaient pour le moins aussi nombreux; ils allaient, venaient, remuant vivement leurs antennes, comme pour palper le terrain et assurer leur route. Un souffle de vent, un grain de sable difficile à gravir, les renversaient parfois. Ils me rappelaient alors ces malheureux cloportes que d'espiègles enfants s'amusent à mettre sur le dos et qui remuent longtemps leurs pattes, s'épuisant en efforts désespérés avant d'avoir pu reprendre leur position normale.

» Après deux heures bien employées, nous abandonnâmes notre chasse, emportant dans un flacon, comme spécimens, de nombreux *Phylloxera* enlevés sur le sol à l'aide d'une paille légèrement mouillée.

» M. Faucon vient évidemment de rendre un grand service à la science; sa découverte jette une vive lumière sur un point jusqu'ici bien obscur. Les praticiens qui veulent avant tout se débarrasser du maudit insecte, trouveront sans doute aussi dans la découverte de M. Faucon, de nouveaux moyens de succès. Il est sûr aujourd'hui que, à certains moments de l'année, les *Phylloxera*, avec ou sans ailes, courent sur le sol, comme de petites fourmis; il sera sans doute plus facile de les détruire dans cette nouvelle phase de leur vie. A un mètre de profondeur sous terre, l'insecte était à peu près inattaquable; maintenant qu'il se montre à découvert, il faut commencer contre lui une nouvelle campagne, qui nous donnera probablement des résultats plus satisfaisants que la première.

» On voit que les gens qui croient et qui cherchent ne sont pas toujours inutiles et qu'ils rendent en définitive plus de services que s'ils attendaient du temps seul, comme tant d'autres, le remède au terrible fléau qui désole nos campagnes. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la maladie de la vigne et le* Phylloxera, *prétendue cause de cette maladie; par* M. F.-E. Guérin-Méneville.

« En présence de l'opinion si généralement admise par les savants et les agriculteurs que la mortalité des vignes a pour cause première et unique les attaques du *Phylloxera*, et ayant exprimé, dès le début de cette épiphytie, l'opinion que ce parasite n'est que la résultante de la maladie des vignes, j'avais l'intention de ne plus revenir sur ce sujet. Ne voulant pas me singulariser en me mettant en travers d'un courant d'idées acceptées, je pensais qu'il fallait laisser au temps de faire savoir si j'étais dans le vrai ou dans l'erreur.

» Aujourd'hui cependant, après de nouvelles observations, faites dans la grande culture et sur beaucoup de points du pays, et après avoir étudié la plupart des cinq cents brochures et articles publiés sur ce grave sujet, je vois que bien des observateurs, sciemment ou à leur insu, se rapprochent

de la théorie si simple que je soutiens et qu'ils semblent ne pas connaître; et je crois qu'il est utile que je signale sommairement les résultats de quelques-unes des principales observations qui viennent appuyer les miennes.

» Et d'abord il est nécessaire de rappeler brièvement la théorie qui résulte de mes longues études d'Entomologie pure et appliquée et de mes recherches particulières sur la nouvelle forme de l'épidémie qui sévit sur la vigne.

» La plupart des animaux et des végétaux parasites ne peuvent vivre que sur des êtres chez lesquels l'équilibre des fonctions est plus ou moins dérangé. Le plus souvent, certains insectes parasites ne se développent que sur des animaux ou des végétaux dont les fonctions sont dans un état anormal, soit par défaut de vitalité ou *anémie*, soit par excès de vitalité ou *pléthore*.

» L'étude que j'ai faite de la nouvelle forme de la maladie de la vigne, en ne l'observant pas seulement comme naturaliste, mais surtout en agriculteur, et sur de grandes surfaces, me confirme dans l'opinion que j'ai émise l'un des premiers (1). Ainsi que je l'ai soutenu alors, la multiplication exagérée du *Phylloxera* (2) n'est qu'un des phénomènes consécutifs d'une maladie du végétal. Il me paraît évident que les vignes sont atteintes d'une affection que l'on pourrait comparer au vice scrofuleux, à la maladie pédiculaire chez l'homme et aux invasions de parasites observées chez les animaux plus ou moins malades.

» Cette idée de l'état pathologique des vignes attaquées par le *Phylloxera* surgit dans beaucoup de travaux de savants et d'agriculteurs, qui regardent cependant le puceron comme la première et unique cause du mal. Ainsi le savant agronome, M. Heuzé, disait à la Société centrale d'Agriculture de France (3) : « Pourquoi donc cet insecte s'est-il attaqué principalement aux » vignes du comtat d'Avignon et de la Provence? On serait en droit, quand » on se rappelle avec quelle rapidité la culture s'est développée depuis dix » ans dans ces contrées, de dire que la vigne n'y a pas la même vitalité que

(1) *Bulletin de la Société centrale d'Agriculture de France*, séance du 24 novembre 1869 et du 7 février 1872. — *Revue et Magasin de Zoologie*, 1870, n° 1 (Mélanges).

(2) Ce puceron a dû exister de tout temps sur les vignes, mais il est resté inaperçu tant que la vigne est demeurée dans son état normal. C'est l'état maladif de la plante qui a déterminé, comme toujours, l'énorme multiplication de cette espèce.

(3) *Bulletin de la Société centrale d'Agriculture*, séance du 24 novembre 1869.

» dans le bas Languedoc, et dans le Bordelais..... Dans les Bouches-du-» Rhône les vignes ont dû être établies sur des sols laissant à désirer, et » où l'on n'a labouré que superficiellement la terre..... La culture précipitée résultant de l'extension rapide donnée à la vigne a dû contribuer, » dans une large mesure, à l'existence et à la propagation du *Phylloxera* » *vastatrix*. »

» M. Pellicot, l'un des viticulteurs les plus distingués du Midi, a joint récemment une précieuse observation à celle que je viens de citer. Il a constaté que les vignes plantées à 25 centimètres de profondeur avaient succombé *aux ravages du Phylloxera* au bout de deux années, tandis que des vignes de même espèce, contiguës aux premières, et plantées à 55 centimètres de profondeur, n'avaient pas montré un seul sujet malade (1).

» Ce qui précède vient d'être corroboré à l'Académie des Sciences (2) par une autorité viticole encore plus élevée, par M. le baron Thenard. A l'occasion de communications faites sur la recherche de méthodes de destruction du *Phylloxera*, il a soutenu avec raison, selon moi, et avec l'autorité d'un viticulteur à la fois très-savant et très-pratique, qu'on devait attribuer la maladie des vignes à ce que, depuis longtemps déjà, on s'est mis à planter la vigne partout, aussi bien dans les mauvaises terres que dans les bonnes, sans faire un choix judicieux des variétés dites à bois dur et à bois tendre, pour les placer dans les sols qui conviennent le mieux aux unes et aux autres. De là, dit-il, maladie, affaiblissement de la constitution de la plante, surtout des variétés à bois tendre et, par suite de cet état d'atonie, envahissement par la vermine des sujets ainsi affaiblis.

» De nombreux faits viennent prouver encore que le *Phylloxera* n'est qu'un agent secondaire, qu'un phénomène consécutif d'une maladie profonde : ce sont les bons résultats obtenus par des agriculteurs qui ont donné à leurs vignes de bonnes cultures et des engrais convenables. Il serait trop long de citer ici ces publications, d'où il résulte que leurs auteurs admettent aussi, et souvent à leur insu, que le mal est dans la plante; que si l'on parvenait à lui rendre la santé, le *Phylloxera* n'aurait plus prise sur elle.

» Ainsi que je l'ai dit antérieurement, quoique je sois persuadé que le *Phylloxera* n'est pas la cause de la mortalité des vignes, je pense qu'on aurait tort d'attendre patiemment que la maladie qui le produit s'use et

(1) *Journal de l'Agriculture* du 7 novembre 1872, p. 369.

(2) Séance du 9 septembre 1872.

passe. Il est bon de faire une étude scientifique de l'histoire naturelle de ce parasite, pour essayer de débarrasser nos vignes de cet agent puissant d'aggravation de leur maladie. En cherchant à détruire ou à éloigner des parasites, chargés par la nature de hâter la terminaison de l'existence des êtres malades, on peut quelquefois contribuer au rétablissement de ceux-ci, en facilitant peut-être une réaction salutaire capable d'amener une guérison spontanée.

» Mais, en définitive, c'est à un traitement susceptible de ramener l'état normal des vignes que la logique conseille de recourir. Il est évident que ce traitement doit être cherché dans l'application des meilleurs procédés de culture, dans l'emploi d'amendements et d'engrais appropriés, etc., et tout cela à la condition que le traitement sera continué pendant plusieurs années. En effet, il est impossible d'admettre que l'on parviendra rapidement à modifier la constitution des vignes dont la maladie s'est développée depuis plusieurs années (1), maladie à laquelle ont dû concourir les grandes perturbations météorologiques dont les effets se sont fait sentir, d'une manière plus ou moins fatale et depuis longtemps, chez tous les êtres vivants.

» En conséquence, je crois qu'il serait utile de provoquer des recherches pratiques dans ce sens, et que les primes offertes par le Gouvernement et les Sociétés agricoles pour la recherche de moyens scientifiques de destruction du parasite pourraient aussi être attribuées aux agriculteurs qui parviendront, par des moyens pratiques et culturaux, à guérir la vigne de la maladie qui amène le développement extraordinaire et prodigieux du *Phylloxera*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les mouvements atmosphériques qui ont accompagné les aurores du 2 au 6 septembre 1872.* Note de M. **Fron**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« L'étude continue et systématique que les physiciens font en ce moment de la surface du Soleil donne à l'apparition des aurores boréales un intérêt tout spécial au point de vue théorique, c'est pourquoi nous demandons à l'Académie la permission d'ajouter quelques nouveaux faits à l'enquête ouverte sur ces météores.

(1) La maladie dite du *Phylloxera* a commencé en 1863 ; mais cet insecte n'a été bien observé en France qu'à partir de 1868.

» Le lundi 2 septembre, une lueur aurorale est vue à Sèvres, depuis 8h30m jusqu'à 10 heures du soir, couvrant par moments toute la constellation de la Grande Ourse. Une aurore est signalée également à Sumburgh (dans les îles Shetland), à Stockolm, Haparanda, Nicolaïstadt, Reval et Windau. Le 3, aurore de 8 heures à 10h30m à Sèvres, de 9 heures à 10h30m à Paris; aurore à Hernösand et à Rome. Le 4, lueur aurorale à Sèvres, Paris, Londres, Archangelsk, Nicolaïstadt. Le 5, plaques aurorales à Sèvres et à Paris. Le 6 aurore à Hernösand.

» Il y a donc eu sur l'Europe, pendant la période du 2 au 6, une succession presque continue d'aurores, visibles en France, en Angleterre, en Scandinavie, en Russie et une fois en Italie. Quels sont les phénomènes atmosphériques qui se sont manifestés pendant cette période?

» On peut remarquer d'abord que, depuis le 2 à midi jusqu'au 6, le baromètre reste constamment au-dessous de 760 millimètres à Paris, tandis que le vent souffle généralement d'entre sud et ouest; on est donc sous l'influence du courant équatorial. Le 2, un centre de dépression A se montre en Scandinavie, près de Hernösand (752 millimètres), tandis qu'un autre B est à l'ouest de Valentia (753 millimètres). Au premier se lient les aurores vues à Stockolm, Haparanda, Nicolaïstadt, Reval, Windau, au nord, au sud et à l'est du centre de dépression A; au deuxième se rapportent les aurores signalées aux Shetland et à Sèvres, au nord et à l'est de B. Le 3, A marche vers le nord, Hernösand reste soumis à son influence; une nouvelle aurore est signalée. Quant à la dépression B, elle s'étend vers le golfe de Gascogne, donnant naissance dans cette région à une dépression secondaire et devant, par suite, amener des orages, ainsi que l'a vérifié si souvent déjà M. Lespiault dans ses Études météorologiques sur le département de la Gironde. Des coups de vent d'entre sud et est sévissent, en effet, sur les côtes, depuis Lorient jusqu'à Lisbonne; des orages éclatent en Portugal et en France où ils ont été signalés dans sept départements, savoir : Basses-Pyrénées, Gironde, Charente-Inférieure, Maine-et-Loire, Seine, Loir-et-Cher et Manche. Enfin, une troisième dépression C se montre dans cette journée près d'Odessa (756 millimètres), amenant également des orages à Poli sur la mer Noire, et à Tiflis en Géorgie entre la mer Noire et la mer Caspienne.

» L'examen approfondi de la distribution des pressions atmosphériques dans la journée du 3 septembre à la surface de l'Europe nous montre, d'ailleurs, comme soumises à l'influence du courant équatorial, la moitié occidentale de la France, les Iles Britanniques, la Scandinavie, les côtes

russes de la mer de Bothnie et de la mer Noire et les trois péninsules de l'Europe méridionale. Ce courant forme, pour ainsi dire, un vaste fleuve aérien entourant la partie montagneuse de l'Europe centrale et la dépression Baltique, amenant dans les régions qu'il parcourt un ciel nuageux ou couvert, manifestant l'excès d'électricité qu'il possède, tantôt par des aurores, tantôt par des orages, choisissant enfin pour cet écoulement électrique les régions plus conductrices qui entourent les bourrasques, régions que nous avons désignées ici par les lettres A, B, C. Sous ce rapport, la Carte de la distribution des phénomènes électriques en Europe, pendant la journée du 3 septembre, présente un intérêt tout particulier et en même temps une vérification des lois que nous avons déjà énoncées sur les orages (1) et les aurores polaires.

» Le 4, la dépression A disparaît en Laponie, mais B s'accentue encore plus nettement en Irlande, où le mercure descend à 744 millimètres; un maximum dans la baisse barométrique se montre en Écosse, et de grands orages (heavy thunderstorms) sont signalés par M. Robert Scott à Aberdeen, Ardrossan, Scilly, Plymouth, Portsmouth et Cambridge, tandis que M. Wild indique également de la pluie dans presque toutes les stations de Russie, un orage à Gudaur et un vent fort avec mer houleuse à Nicolaïeff.

» Le 5, le baromètre commence à remonter sur l'Europe occidentale, quelques orages sont encore signalés en France, la pluie est générale en Angleterre. Le 6 et le 7, la hausse du baromètre continue sur les côtes occidentales de l'Europe, la pluie tombe en Angleterre, le ciel est couvert ou pluvieux et la mer houleuse sur presque toutes les côtes françaises.

» La conclusion de cette Note s'impose d'elle-même : c'est à la présence du courant équatorial que sont dues les aurores signalées sur son passage; et, si l'on admet qu'il existe une liaison entre les taches solaires et les aurores terrestres, il en résulterait que les courants atmosphériques de notre terre présentent avec les courants solaires une relation dont la découverte, annoncée déjà par divers savants et en dernier lieu par MM. Meldrum, Baxendell, serait de la plus grande importance. L'avancement de la physique du globe exige donc que l'on continue d'un côté l'examen des taches solaires, de l'autre les comparaisons entre les aurores et les mouvements atmosphériques qui les accompagnent, et que l'on précise de plus en plus les relations que présentent entre eux ces phénomènes. »

---

(1) Voir les Atlas des orages des années 1865, 1866, 1867 et 1868, publiés par l'Observatoire de Paris.

M. GORGES adresse une Note relative à l'emploi du bisulfite de chaux, pour la guérison des vignes atteintes de l'oïdium.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 septembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Nouveau Traité de Chimie industrielle; par R. WAGNER. Édition française publiée, d'après la huitième édition allemande, par le Dr L. GAUTIER; t. I, fascicule 1. Paris, 1873; in-8°.

Description des plantes fossiles des calcaires marneux de Ronzon (Haute-Loire); par A.-F. MARION. Paris, 1872; in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*.)

De la glycosurie et de la glycoémie (Recherches nouvelles); par le Dr C. GIGON. A M. le Dr Amédée Latour. Paris, 1872; br. in-8°.

Vie et travaux d'Édouard Lartet. Notices et discours publiés à l'occasion de sa mort. Paris, 1872; br. in-8°.

Révolution scientifique dédiée aux autorités compétentes de la nation française; par A. DESRYAUX. Paris, 1872; in-8°.

Atti della reale Accademia dei Lincei; t. XXV, sessione 1a del 10 dicembre; sessione IIa del 7 gennajo; sessione IIIa del 4 febbraio. Roma, 1872; 2 br. in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 16 septembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux, faites à la Faculté des Sciences de Paris; par H.-Milne EDWARDS; t. X, première partie : *Système tégumentaire.* Paris, G. Masson, 1872; in-8°.

Recherches pour servir à l'histoire naturelle des Mammifères; par MM. H.-Milne EDWARDS et Alph.-Milne EDWARDS; liv. 12 et 13. Paris, G. Masson, 1872; in-4°.

Mémoire sur les conditions d'équilibre et sur la nature probable des anneaux de Saturne; par G.-A. HIRN. Nancy, impr. Berger-Levrault et C[ie], sans date; in-4°.

Comptes rendus des travaux de la Société des Agriculteurs de France; troisième session générale annuelle, t. III. *Annuaire* de 1872. Paris, au siége de la Société, 1872; in-8°.

Traité de balistique extérieure; par N. MAYEVSKI. Paris, Gauthier-Villars, 1872; in-8°.

De la prédiction du mouvement des tempêtes et des phénomènes qui les accompagnent. Note de M. H. TARRY, présentée par M. le professeur Volpicelli, Secrétaire de l'Académie des Lincei, dans la séance du 7 juillet 1872. Roma, tipog. delle Belle Arti, 1872; in-4°.

Sur la mesure des sensations physiques et sur la loi qui lie l'intensité de ces sensations à l'intensité de la cause excitante; par M. J. PLATEAU. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1872; in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Asile départemental des aliénés. Rapport de M. F. LAGARDELLE, Directeur médecin. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. XXXIV de la collection; t. VII, troisième série, année 1870. Troyes, Dufour-Bouquot. Sans date; in-8°.

Proceedings of the Royal Institution of Great-Britain; vol. V, part 7; vol. VI, part 1, 2, 3, 4. London, Albermarle street, Piccadilly, 1869-1870; 5 liv. in-8°.

Royal Institution of Great-Britain 1871. *List of the members, officiers and professors,* etc. London, Albermarle street, Piccadilly, 1871; in-8°.

Profils, sections and other illustrations, designed to accompany the final report of the chief geologist of the survey and sketched, under his directions; by Henry-W. ELLIOTT. New-York, Julius Bien, 1872; in-4°.

Rapporti sulle osservazioni dell' ecclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870, *eseguite in Sicilia dalla Commissione italiana,* comm. prof. Giovanni SANTINI, Presidente. Palermo, stabilimento tipografico Lao, 1872; in-4°.

G. VIMERCATI. *Le stelle cadenti del periodo di agosto*. Firenze, 1872; opuscule in-8°. (Extrait de la *Revue scientifique industrielle*.)

Considerazioni sulle rotazioni delle Terra e del Sole. Memoria del cap. L.-G. PESSINA. Messina, tipog. d'Amico e Figli, 1872; br. in-8°.

Le condizioni sociali dei nostri tempi. Memoria letta all' Accademia di Scienze e Lettere di Palermo; dal consigliere G. DI MENZA. Palermo, tipog. di Michele Amenta, 1872; in-4°.

Sistema perfecto duodecimal de medidas lineales, etc.; *por* Vicente PUYALS DE LA BASTIDA. Madrid, tipog. Gregorio Estrada, 1871; br. in-12.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 SEPTEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT fait connaître à l'Académie que plusieurs Membres de la Commission internationale du Système métrique, dont les séances vont s'ouvrir à Paris le lendemain 24 septembre, assistent à la séance :

M. le général baron DE WREDE pour la Suède,
M. BROCH pour la Norvége,
M. DE JOLLY pour la Bavière,
M. STAS et M. MAUS pour la Belgique,
M. le général RICCI et M. GOVI pour l'Italie,
le R. P. SECCHI pour les États pontificaux,
M. HIRSCH pour la Suisse,
M. DE STRUVE, Directeur de l'Observatoire central de Poulkova, pour la Russie,
M. HILGARD pour les États-Unis d'Amérique.

M. le général DE FLIGELY, Membre de la Commission internationale géodésique, pour l'Autriche-Hongrie, assiste également à la séance.

PHYSIQUE. — *Sur l'origine de la chaleur développée lorsque le mouvement communiqué à un disque métallique s'éteint sous l'influence d'un électro-aimant* (suite). Note de **M. P.-A. FAVRE.**

« Dans une Communication faite à l'Académie il y a un an (1), j'ai

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 648 (11 septembre 1871).

montré que, d'une part, « la chaleur qui s'accumule dans un disque » qu'on fait tourner entre les armatures d'un électro-aimant puissant pro- » vient uniquement d'une certaine quantité de travail fourni par l'opé- » rateur, travail qui a produit un effet dynamique déterminé », et que, d'autre part, « l'énergie rendue disponible dans la pile (dont l'emploi » entraîne toujours une dépense plus ou moins considérable) ne produit » aucun travail extérieur appréciable. Ainsi l'électro-aimant, sans rien dé- » penser, détruit le mouvement du disque, *tout comme le feraient des* » *aimants permanents suffisamment puissants*, qui fonctionneraient de la » même manière, et sans qu'il fût nécessaire de maintenir leur puissance » à l'aide d'une pile. »

» Grâce à M. Cornu qui, avec un empressement dont je lui suis très-reconnaissant, a bien voulu mettre à ma disposition le grand aimant de l'École Polytechnique, et grâce aussi à M. Ruhmkorff qui, une fois encore, m'est venu en aide, en m'envoyant les appareils nécessaires, j'ai pu répéter les expériences que je viens de rappeler en substituant un aimant permanent à l'électro-aimant qui m'avait d'abord servi. C'est ainsi que, en faisant usage des disques déjà employés, et en opérant en vue d'étudier la résistance que chacun de ces disques oppose au mouvement qu'on lui imprime, et de reconnaître si l'aimant permanent s'échauffe à la manière d'un frein qui détruit un mouvement, j'ai obtenu des résultats qui me semblaient pouvoir être prévus. Ces résultats s'accordent complétement avec les expériences déjà exécutées avec l'électro-aimant (1). »

---

(1) Qu'il me soit permis de faire deux rapprochements et de poser deux questions :

1° Un homme qui, soutenant un fardeau, reste immobile et dans un état de légère flexion, et qui, dans ces conditions, ne produit aucun travail extérieur, n'est-il pas comparable, en tant qu'appareil *nervomoteur*, à l'appareil *électromoteur* qui, dans l'expérience de L. Foucault, aimante le fer doux? En effet, ces deux appareils se bornent, l'un à immobiliser le disque, et l'autre à empêcher le fardeau d'obéir à l'action de la pesanteur. Pour produire cet effet, ils dépensent une quantité notable de l'énergie qu'ils peuvent mettre en jeu, l'un pour maintenir l'aimantation du fer doux, afin qu'il fonctionne à la manière d'un frein, et l'autre pour maintenir la contraction musculaire qui empêche le porteur de fléchir sous sa charge.

Un rapprochement du même ordre n'est plus possible en considérant les expériences exécutées à l'aide de l'aimant permanent, puisque, jusqu'à présent, on n'a pas signalé dans l'organisme animal un appareil contractile comparable, dans ses effets, à l'aimant permanent substitué à l'électro-aimant, dans l'expérience de L. Foucault.

2° Tout le monde connaît la célèbre expérience de Rumford, relative au forage des canons, par laquelle il a été prouvé, pour la première fois, que le travail mécanique pouvait être transformé en chaleur. Cette expérience ne présente-t-elle pas, avec celle qui fait l'objet

M. Struve fait hommage à l'Académie des « Observations de Poulkova; vol. IV. Observations faites au cercle vertical ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Théorie des résidus des intégrales doubles.* Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les théories abstraites ne se prêtent pas toujours aisément à une transformation d'où puisse ressortir l'explication des faits, substituée à leur démonstration; aussi aurait-il été bien difficile de tirer de la théorie qu'a donnée Cauchy des intégrales simples l'interprétation de leurs périodes sous forme d'aires définies. Au contraire, les théories concrètes, fondées sur l'analyse des faits considérés en eux-mêmes, et constituées par leur explication naturelle, se prêtent ensuite à toutes sortes de transformations, qui, du reste, se réduisent le plus souvent à l'omission de quelques points de vue intéressants, sous lesquels les faits avaient pu être présentés, de quelque interprétation utile, mais non indispensable, ou à la réduction du phénomène considéré dans toute sa généralité, à quelques-unes de ses manifestations les plus caractéristiques, ou qui se présentent entourées de circonstances plus exceptionnelles ou plus singulières; aussi m'aurait-il été bien facile de déduire immédiatement la théorie qui va suivre de celle que j'ai donnée en 1853. Par exemple, pour trouver, par la méthode de Cauchy, la période réelle $\frac{4}{3}\pi abc$ de $c\Sigma dx dy\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}$, ou la période imaginaire $\frac{4}{3}\pi abc\sqrt{-1}$ de $c\Sigma dx dy\sqrt{\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-1}$, il n'y avait qu'à écarter toutes les autres représentations géométriques de ces périodes, pour ne conserver que celles qui se présentent tout d'abord et qui se manifestent

---

principal de cette Communication, une analogie saisissante, et le disque tournant ne joue-t-il pas exactement le même rôle que l'alésoir frottant contre le métal du canon, dont il détache des copeaux métalliques? Toutefois une différence essentielle est à signaler. Dans le forage des canons, l'action s'exerce au contact, c'est-à-dire à des distances infiniment petites, comme on l'entend ordinairement; dans l'expérience du disque, au contraire, l'action s'exerce à des distances finies. On serait ainsi conduit à envisager, sous un jour nouveau, les actions moléculaires qui se produisent à distance, et à les faire rentrer dans la même catégorie que les actions moléculaires qui se produisent au contact.

quand on ne donne à x et à y que des valeurs réelles; sauf à éviter, par de petits circuits, le contour apparent $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$, afin de suivre de point en point la méthode qui avait réussi pour les intégrales simples.

» Le contour apparent, par rapport au plan des xy, de la surface dont l'ordonnée z serait la fonction explicite ou implicite placée sous le signe Σ, jouera en effet exactement le même rôle, dans la théorie des intégrales doubles, que les points critiques dans la théorie des intégrales simples.

» Toutefois, la question est plus compliquée pour les intégrales doubles que pour les intégrales simples, parce qu'une fonction d'une seule variable ne présente qu'un nombre limité de points critiques, tandis que l'équation du contour apparent d'une surface fournit une infinité de suites de solutions réelles ou imaginaires. Mais cette difficulté est peu considérable.

» La théorie de Cauchy, relative aux intégrales simples, repose essentiellement sur deux observations distinctes, rattachées ensuite l'une à l'autre par l'emploi d'un artifice commun. La première, qui constitue l'ingénieuse et efficiente théorie des résidus, consiste en ce que l'intégrale $\Sigma y\,dx$ peut acquérir une valeur même infinie sans que x ait varié qu'infiniment peu aux environs d'une de ses valeurs à laquelle corresponde une valeur infinie de y; la seconde en ce que, pour que l'intégrale correspondant à un parcours fermé par rapport à x, $\varphi(\alpha, \beta)=0$ ne soit pas nulle, il faut que y ne repasse pas en sens contraire par les mêmes valeurs, lorsque la variable indépendante α, après avoir varié de sa limite inférieure α_0 à sa limite supérieure α_1, reviendra ensuite de sa limite supérieure à sa limite inférieure; c'est-à-dire qu'il se soit opéré dans l'intervalle une permutation entre les valeurs dont est capable y. La théorie des intégrales doubles se composera de deux parties analogues. Nous commencerons par la théorie des résidus, afin de conserver l'ordre dans lequel les faits se sont présentés à Cauchy, quoique le résidu d'une intégrale constitue la forme la plus exceptionnelle de l'une de ses périodes, exclusivement due au choix particulier des axes auxquels se trouve rapporté le lieu correspondant, dont ne dépendent aucunement les périodes de l'intégrale qui en donne la cubature.

Théorie des résidus des intégrales doubles.

» Nous rencontrerons naturellement ici deux sortes de résidus, les uns relatifs à des points, les autres relatifs à des lignes. Les premiers seront des valeurs finies qu'acquerrait l'intégrale, sans que x et y aient pris que des

valeurs infiniment voisines de valeurs finies

$$x = a + b\sqrt{-1}, \quad y = a' + b'\sqrt{-1},$$

auxquelles correspondrait une valeur infinie de z; les autres seront des valeurs finies qu'acquerrait l'intégrale, sans que x et y aient pris que des valeurs infiniment voisines de valeurs

$$x = \alpha + \beta\sqrt{-1}, \quad y = \alpha' + \beta'\sqrt{-1},$$

liées entre elles par trois conditions, et auxquelles correspondraient des valeurs infinies de z. Les premiers se trouveront dans les surfaces dont les sections par tous les plans passant par une même parallèle aux z seraient des courbes asymptotes à cette droite et se confondant à la limite avec des hyperboles du second degré $xy = (k + k'\sqrt{-1})^2$; les autres se trouveront dans les surfaces dont les sections par des plans passant par une série de droites parallèles aux z, formant un cylindre fermé, seraient des courbes asymptotes à ces droites et se confondant à la limite avec des hyperboles du second degré.

» *Des résidus relatifs à des points.* — Considérons d'abord la surface engendrée par une hyperbole équilatère tournant autour d'une de ses asymptotes, prise pour axe des z, l'équation de cette surface sera

$$z\sqrt{x^2 + y^2} = \frac{a^2}{2}.$$

La période de l'intégrale $\Sigma z\,dx\,dy$ sera $\frac{4}{3}\pi a^3\sqrt{-1}$; en effet, si dans chaque plan passant par l'axe des z on mène une infinité de droites faisant avec le plan des xy un angle de 45 degrés et comprises entre les deux branches de l'une des hyperboles de section, les intersections imaginaires seront conjuguées deux à deux et se rejoindront aux sommets de l'hyperbole correspondante, de sorte que le parcours se fermera; d'ailleurs les points

$$x = \alpha \pm \beta, \quad y = \alpha' \pm \beta', \quad z = \alpha'' \pm \beta''$$

obtenus formeront un cercle de rayons a et ayant son centre à l'origine des coordonnées, c'est-à-dire que la surface composée des deux parties auxquelles correspondent les volumes V et V' sera la sphère de rayon a; par conséquent $(V - V')\sqrt{-1}$ sera égal à $\frac{4}{3}\pi a^3\sqrt{-1}$; d'un autre côté, l'intégrale $4\sqrt{-1}\,\Sigma\beta''d\beta'd\beta$ sera identiquement nulle, car la section de la surface dont les coordonnées seraient β, β' et β'', par un plan quelconque

passant par l'axe des z se composerait d'une seule ligne droite, puisque β, β' et β'' conserveraient entre eux des rapports constants.

» Il s'agit de retrouver cette période $\frac{4}{3}\pi a^3\sqrt{-1}$ comme résidu de l'intégrale, relatif à l'origine.

» Si au lieu de droites inclinées à 45 degrés sur l'axe des z on considérait, dans chaque plan passant par cet axe, des droites faisant avec lui un angle fixe, moindre que 45 degrés, la surface, dont le volume $V - V'$ devrait être considéré, deviendrait une ellipsoïde de révolution autour de son grand axe, mais ce volume conserverait, la valeur $\frac{4}{3}\pi a^3$. Enfin si l'inclinaison, sur l'axe des z, des droites considérées, tendait vers zéro, le grand axe de l'ellipsoïde en question tendrait vers l'infini, tandis que ses deux axes égaux tendraient vers zéro : mais le volume de cet ellipsoïde resterait toujours égal à $\frac{4}{3}\pi a^3$.

» D'ailleurs si la section faite par l'un des plans passant par l'axe des z, $y = mx$, était rapportée à l'axe des z et à la trace ox' de son plan sur le plan des xy, x' serait de la forme

$$x' = \alpha + \beta\sqrt{-1},$$

et z de la forme

$$z = \frac{a^2}{2}\,\frac{\alpha - \beta\sqrt{-1}}{\alpha^2 + \beta^2}.$$

Mais comme le rapport des parties imaginaires de z et de x' devrait être constant, puisque x' et z devraient satisfaire à une équation

$$z = -x' \operatorname{tang}\varphi + d,$$

$\alpha^2 + \beta^2$ serait constant et égal à $\frac{a^2}{2\operatorname{tang}\varphi}$; α et β, et par suite α' et β', déterminés par la double condition $\alpha' + \beta'\sqrt{-1} = m(\alpha + \beta\sqrt{-1})$, tendraient donc vers zéro, en même temps que φ tendrait vers 90 degrés.

» Ainsi la période $\frac{4}{3}\pi a^3\sqrt{-1}$ de l'intégrale

$$\frac{a^2}{2}\int\!\!\int \frac{dx\,dy}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

est le résidu de cette intégrale relatif à l'origine.

» Tel est l'exemple le plus simple de résidu relatif à un point. »

M. Delhomme adresse un Mémoire intitulé « Observations sur les maladies de la vigne, l'oïdium et le *Phylloxera* ».

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. Saint-Ange Davillé adresse une nouvelle Note relative à sa Dactylologie à l'usage des sourds-muets.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever diverses sommes sur les reliquats disponibles des fonds Montyon, pour en faire l'emploi qui a été indiqué par elle.

M. le lieutenant de vaisseau Fleuriais prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les observateurs qui seront envoyés pour observer le prochain passage de Vénus.

(Renvoi à la Commission.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. *Champion*, intitulé « la Dynamite et la Nitroglycérine. »

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (103) Héra. Note de M. Leveau, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (t. LXXIII, p. 1043), j'ai eu l'honneur de donner les éléments de la planète (103) Héra, découverte à l'Observatoire d'Ann-Arbor dans la nuit du 7 septembre 1868. Ces éléments, déduits d'observations faites en 1868, 1869, 1870 et 1871, et pour la détermination desquels j'ai tenu compte des perturbations produites par Jupiter et Saturne, sont :

(I). *Éléments osculateurs pour* 1868 *septembre* 28,0 (T. m. de Berlin).

Anomalie moyenne	$M_0 = 33°.29'.46'',6$	
Longitude du périhélie	$\pi = 322.50.50,6$	équin. et éclipt. moyens 1870,0.
Longitude du nœud ascendant	$\Omega = 136.16.12,7$	
Inclinaison	$i = 5.24.\ 1,8$	
Angle (sin = excentricité)	$\varphi = 4.35.18,2$	
Moyen mouvement héliocentr. diurne ..	$\mu = 798'',0188$	

» Ces éléments ont servi de base au travail dont j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui les résultats à l'Académie.

» Les secondes dérivées des perturbations des coordonnées rectangulaires ont été calculées sous la forme

$$\frac{d^2\xi}{dt^2}=\sum m'k^2\left(\frac{x'-x_0}{\rho_0^3}-\frac{x'}{r'^3}\right)+\frac{k^2(1+m)}{r_0^3}[(f)q(x_0+\xi)-\xi]-\sum\frac{m'k^2}{\rho_0^3}[(f')q'(x'-x_0-\xi)+\xi],$$

$$\frac{d^2\eta}{dt^2}=\sum m'k^2\left(\frac{y'-y_0}{\rho_0^3}-\frac{y'}{r'^3}\right)+\frac{k^2(1+m)}{r_0^3}[(f)q(y_0+\eta)-\eta]-\sum\frac{m'k^2}{\rho_0^3}[(f')q'(y'-y_0-\eta)+\eta],$$

$$\frac{d^2\zeta}{dt^2}+\sum m'k^2\left(\frac{z'-z_0}{\rho_0^3}-\frac{z'}{r'^3}\right)+\frac{k^2(1+m)}{r_0^3}[(f)q(z_0+\zeta)-\zeta]-\sum\frac{m'k^2}{\rho_0^3}[(f')q'(z'-z_0-\zeta)+\zeta],$$

sachant que

$$q=\frac{x_0+\frac{1}{2}\xi}{r_0^2}\xi+\frac{y_0+\frac{1}{2}\eta}{r_0^2}\eta+\frac{z_0+\frac{1}{2}\zeta}{r_0^2}\zeta,$$

$$(f)=3\left(1-\frac{5}{2}q+\frac{5.7}{2.3}q^2-\ldots\right),$$

$$q'=-\frac{(x'-x_0-\frac{1}{2}\xi)\xi+(y'-y_0-\frac{1}{2}\eta)\eta+(z'-z_0-\frac{1}{2}\zeta)\zeta}{\rho_0^2},$$

$$(f')=3\left(1-\frac{5}{2}q'+\frac{5.7}{2.3}q'^2-\ldots\right).$$

Ce sont les formules d'Encke modifiées par M. Villarceau.

» La constante k^2 a pour valeur $\log k^2=\bar{4},471.1629$; les masses employées sont : pour Mars, $m'=\frac{1}{2680337}$; pour Jupiter, $m'=\frac{1}{1047,89}$; pour Saturne, $m'=\frac{1}{3501,6}$. Ces constantes, ainsi que les coordonnées des planètes troublantes, ont été prises dans le *Berlineer Jahrbuch*, recueil astronomique qui permet actuellement d'effectuer avec le moins de peine des travaux de ce genre.

» Intégrant par la méthode dite *des quadratures*, nous avons obtenu les perturbations de 40 en 40 jours, du 8 septembre 1868 au 7 septembre 1872. Ajoutant ces perturbations aux coordonnées tirées des éléments (I), nous avons calculé des éphémérides pour toutes les époques correspondant aux observations. La comparaison de ces éphémérides avec les observations que nous avons pu recueillir nous a donné comme différences entre l'observation et le calcul :

Dates.	$\cos \mathfrak{D} (\mathcal{R}_0 - \mathcal{R}_c)$	$\mathfrak{D}_0 - \mathfrak{D}_c$	Nombre d'observations.
1868 sept. 26,5.......	− 2″,1	− 1″,3	9
» nov. 20,5.......	+ 1,5	− 0,4	18
1869 janv. 12,5.......	+ 5,1	+ 5,9	2
» févr. 6,5.......	+ 1,8	− 6,3	1
1870 janv. 27,5.......	+ 17,2	+ 5,0	3
1871 avril 16,5.......	+ 7,7	+ 0,2	13
1872 juill. 25,5.......	−151,5	−22,1	5

» Nous avons formé les équations différentielles correspondant à chacune de ces époques, et, posant $\delta\Omega' = \frac{1}{10}\delta\Omega$, $\delta\mu' = 100\,\delta\mu$, nous avons obtenu :

Ascensions droites.

$\delta\pi$	$\delta\Omega'$	δi	$\delta\varphi$	δM_0	$\delta\mu'$	
+1,5537 $\delta\pi$	−0,4365 $\delta\Omega'$	+0,3934 δi	+1,9905 $\delta\varphi$	+1,7721 δM_0	− 0,0603 $\delta\mu'$	+ 2″,1=0
+1,1616	−0,2611	+0,3694	+1,6295	+1,3175	+ 0,0053	− 1,5=0
+0,8463	−0,1339	+0,3110	+1,4262	+0,9374	+ 0,4382	− 5,1=0
+0,7742	−0,0931	+0,2874	+1,4030	+0,8429	+ 0,6622	− 1,8=0
+1,4422	−0,0642	−0,0001	+1,7207	+1,2778	+ 5,8136	− 17,2=0
+1,4303	−0,3163	+0,4444	−2,1393	+1,2984	+11,8634	− 7,7=0
+1,6735	−0,2953	−0,5551	−1,1627	+1,9542	+27,3281	+151,5=0

Déclinaisons.

$\delta\pi$	$\delta\Omega'$	δi	$\delta\varphi$	δM_0	$\delta\mu'$	
+0,5527 $\delta\pi$	+1,0047 $\delta\Omega'$	−1,1014 δi	+0,6416 $\delta\varphi$	+0,6347 δM_0	−0,1592 $\delta\mu'$	+ 1″,3=0
+0,3858	+0,5798	−1,0527	+0,4980	+0,4420	−0,1115	+ 0,4=0
+0,3006	+0,2532	−0,8623	+0,5001	+0,3341	+0,1311	− 5,9=0
+0,2792	+0,1509	−0,7977	+0,5063	+0,3039	+0,2406	+ 6,3=0
−0,0018	−1,2275	−0,6583	+0,0055	−0,0012	−0,0223	− 5,0=0
−0,5098	−0,6759	+1,2269	+0,7167	−0,4581	−4,0491	− 0,2=0
+0,1971	+1,9578	+0,3853	−0,1114	+0,2309	+3,2729	+22,1=0

» La résolution de ces équations par la méthode des moindres carrés nous a fourni les corrections à appliquer aux éléments (I) pour représenter l'ensemble des observations faites de 1868 à 1872. Nous avons ainsi été conduit au système (II).

(II) *Éléments osculateurs pour* 1868 *septembre* 28,0 (t. m. de Berlin).

$$
\begin{aligned}
M_0 &= 33°.27'.22'',17 \\
\pi &= 322.53.45,99 \\
\Omega &= 136.15.46,48 \\
i &= 5.24.\ 2,48 \\
\varphi &= 4.35.\ 9,92 \\
\mu &= 797'',95555
\end{aligned}
$$

(π, Ω, i : équin. et éclipt. moy. 1870,0.)

» Les différences entre les positions déduites de ces éléments et les observations sont :

Dates.	$Æ_o - Æ_c$	$\mathbb{D}_o - \mathbb{D}_c$	Nombre d'observations.
1868 sept. 26,5.........	−4″,0	+1″,1	9
» nov. 20,5.........	+0,6	+1,4	18
1869 janv. 12,5.........	+6,1	+7,6	2
» fév. 6,5.........	+3,1	−4,7	1
1870 janv. 27,5.........	−0,4	+2,3	3
1871 avril 16,5.........	+0,5	+1,2	13
1872 juill. 25,5.........	−0,3	+1,7	5

» Nous ferons remarquer que la position normale de 1869 janvier 12,5 est déduite de deux observations équatoriales rapportées à la même étoile.

» Avec les éléments (II), nous avons calculé, pour 1872 juillet 29,0, les valeurs de x_0, y_0, z_0, $\frac{dx_0}{dt}$, $\frac{dy_0}{dt}$, $\frac{dz_0}{dt}$, en y ajoutant les perturbations ξ, η, ζ, $\delta\frac{dx}{dt}$, $\delta\frac{dy}{dt}$, $\delta\frac{dz}{dt}$ produites de 1868 septembre 28,0 à 1872 juillet 29,0; nous avons obtenu, pour cette dernière époque, les coordonnées x, y, z de la planète, et les composantes $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, $\frac{dz}{dt}$ de sa vitesse. A l'aide de ces données, nous avons conclu les éléments osculateurs suivants :

(III). *Éléments osculateurs pour* 1872 *juillet* 29,0 (t. m. de Berlin).

$$\begin{aligned} M_0 &= 345°.41'.22'',20 \\ \pi &= 321.19.\ 7,57 \\ \Omega &= 136.10.24,20 \\ i &= 5.24.\ 2,07 \\ \varphi &= 4.37.31,04 \\ \mu &= 798'',85365 \end{aligned} \quad \left.\begin{matrix} \\ \\ \\ \end{matrix}\right\} \text{équin. et éclipt. moy. 1870,0}$$

» Partant des éléments (III) et tenant compte des perturbations produites par Jupiter, Saturne et Mars, à partir de 1872 juillet 29,0, nous avons calculé l'éphéméride suivante pour l'opposition de 1873.

Éphéméride de la planète (103) *Héra pour l'opposition de* 1873.

T. m. de Berlin.	Ascension droite.	Déclinaison.	log. Δ.	Temps d'aberration.
1873 Nov. 16,5.....	4ʰ.21ᵐ.32ˢ,28	+13°.19′. 5″,8	0,244.02	14ᵐ.33ˢ
» 17,5.....	4.20.37,52	+13.16.47,2	0,243.66	14.32
» 18,5.....	4.19.42,25	+13 14.31,3	0,243.38	14.32
» 19,5.....	4.18.46,52	+13.12.18,4	0,243.16	14.31

T. m. de Berlin.	Ascension droite.	Déclinaison.	log. Δ.	Temps d'aberration.
	h m s	° ′ ″		m s
1873 Nov. 20,5.....	4.17.50,40	+13.10. 8,6	0,243.01	14.31
» 21,5.....	4.16.53,96	+13. 8. 2,0	0,242.94	14.31
» 22,5.....	4.15.57,29	+13. 5.58,8	0,242.93	14.31
» 23,5.....	4.15. 0,44	+13. 3.59,3	0,243.00	14.31
» 24,5.....	4.14. 3,48	+13. 2. 3,6	0,243.14	14.31
» 25,5.....	4.13. 6,49	+13. 0.11,8	0,243.36	14.32
» 26,5.....	4.12. 9,55	+12.58.24,1	0,243.64	14.32
» 27,5.....	4.11.12,71	+12.56.40,8	0,244.00	14.33
» 28,5.....	4.10.16,05	+12.55. 1,9	0,244.43	14.34
» 29,5.....	4. 9.19,62	+12.53.27,6	0,244.93	14.35
» 30,5.....	4. 8.23,49	+12.51.57,9	0,245.50	14.36
1873 Déc. 1,5.....	4. 7.27,73	+12.50.33,0	0,246.14	14.37
» 2,5.....	4. 6.32,40	+12.49.13,1	0,246.85	14.39
» 3,5.....	4. 5.37,56	+12.47.58,2	0,247.63	14.41
» 4,5.....	4. 4.43,27	+12.46.48,6	0,248.47	14.42
» 5,5.....	4. 3.49,57	+12.45.44,3	0,249.39	14.44
» 6,5.....	4. 2.56,54	+12.44.45,3	0,250.37	14.46
» 7,5.....	4. 2. 4,24	+12.43.51,7	0,251.41	14.48
» 8,5.....	4. 1.12,71	+12.43. 3,6	0,252.52	14.50
» 9,5.....	4. 0.22,01	+12.42.21,3	0,253.70	14.53
» 10,5.....	3.59.32,19	+12.41.44,9	0,254.93	14.55
» 11,5.....	3.58.43,31	+12.41.14,5	0,256.23	14.58
» 12,5.....	3.57.55,42	+12.40.50,1	0,257.59	15. 1
» 13,5.....	3.57. 8,56	+12.40.31,7	0,259.01	15. 4
» 14,5.....	3.56.22,79	+12.40.19,3	0,260.48	15. 7

» *Opposition le* 26 *novembre*. — L'éclat de la planète ressemblera à celui d'une étoile de onzième grandeur. »

GÉOMÉTRIE. — *Résultats d'une recherche des caractéristiques des systèmes élémentaires de quartiques* (*). Note de **M. H.-G. Zeuthen**, présentée par M. Chasles.

« Nous ne nous occuperons ici que de systèmes de quartiques planes (courbes planes du quatrième ordre), qui passent par α points donnés et qui sont tangentes à $13 - \alpha$ droites, et nous n'aurons pas égard aux cas où ces points et droites prennent des positions particulières.

(*) Comparer ma *Détermination des caractéristiques des systèmes élémentaires de cubiques* (*Comptes rendus*, 19, 26 février et 11 mars 1872), ainsi que la détermination antérieure des caractéristiques des cubiques due à M. *Maillard* (thèse publiée en 1871).

» On peut trouver dans un de ces systèmes :

» 1° Un nombre ν de courbes composées d'une conique et d'une droite double qui n'est pas tangente à la conique, et douées de sommets doubles aux deux points d'intersection et de six sommets simples placés sur la droite double;

» 2° λ courbes composées d'une conique et d'une droite double qui est tangente à la conique, et douées d'un sommet triple au point de contact et de sept sommets simples placés sur la droite double;

3° ζ courbes composées de deux droites simples et d'une droite double passant par leur point d'intersection; celui-ci sera un sommet quadruple, et les courbes auront encore huit sommets simples placés sur la droite double;

» 4° η coniques doubles douées de huit sommets;

» 5° ζ courbes composées de deux droites doubles, et douées d'un sommet triple au point d'intersection, de six sommets simples placés sur l'une des deux droites et de trois placés sur l'autre;

» 6° ρ courbes composées d'une droite simple et d'une droite triple, et douées d'un sommet double au point d'intersection, et de dix sommets simples placés sur la droite triple;

» 7° θ droites quadruples douées de douze sommets.

» Dans la détermination du nombre ρ, on fait usage des propositions suivantes :

» Il existe 1552 courbes à branche triple dont les deux droites composantes et neuf des sommets simples ont des positions données.

» Il existe 3280 courbes à branche triple dont la droite triple, les dix sommets simples et un point de la droite simple ont des positions données.

» Il existe 9400 courbes à branche simple dont les deux droites composantes passent par deux points donnés et dont tous les sommets se trouvent sur des droites données. Le lieu donné du sommet double peut être, en particulier, la droite simple. Si l'on substitue à la droite, lieu du sommet double, ou à une des droites, lieux des sommets simples, la condition que le point fixe de la droite triple doit être sommet double ou simple, le nombre indiqué sera remplacé par $9400 - 3280 = 6120$, ou par $9400 - 1552 = 7848$.

» De même, pour trouver le nombre θ, on fait usage des propositions suivantes :

» Il existe 451440 droites quadruples qui ont une position donnée et dont onze sommets sont donnés.

» Il existe 2708640 ($= 6 . 451440$) droites quadruples qui passent par

un point donné, et dont les sommets se trouvent sur des droites données. Si l'on substitue à une de ces droites la condition que le point donné doit être un sommet, ce nombre sera remplacé par $2708640 - 451440 = 2257200$.

» Dans les nombres qu'indiquent ces propositions *ne sont pas compris* les facteurs dus à la règle suivante, qu'il faut observer à la détermination de tous les nombres théoriques de courbes exceptionnelles :

» Chacun des nombres ν, λ, ξ, η, ζ, ρ, θ comprend $n^\alpha . m^\beta$ fois une courbe singulière si α points (ou droites) donnés se trouvent sur (ou sont tangents à) des branches n-tuples, et β droites données passent par des sommets m-tuples.

» La formule suivante servira à trouver la seconde caractéristique μ' d'un système dont on connaît la première caractéristique μ

$$(1) \qquad \mu' = 6\mu - 4\nu - 3\lambda - 4\xi - 2\eta - 3\zeta - 6\rho - 12\theta.$$

» La caractéristique μ du système déterminé par 13 points étant égale à 1, un usage successif de cette formule donnera toutes les caractéristiques des systèmes dont nous nous occupons ici. On aura, en désignant par $N(\alpha p, \beta l)$, où $\alpha + \beta = 14$, le nombre de quartiques qui passent par α points et sont tangentes à β droites :

Pour $\alpha > 7$,	$\alpha = 7$,	6,	5,	4,	3,	
$N(\alpha p, \beta l) = 6^\beta$,	279600,	1668096,	9840040,	56481396,	308389896,	
Pour $\alpha =$	2,	1,	0.			
$N(\alpha p, \beta l) =$	1530345504,	6533946576,	23011191144.			

» On trouve les nombres 1552, 3280,..., indiqués dans les propositions qui sont exposées ci-dessus, en appliquant aux différents systèmes, à côté de la formule (1), une autre formule qui résulte, comme 1, d'applications du principe de correspondance :

$$(2) \qquad 27\mu = \pi + 40\nu + 32\lambda + 46\xi + 14\eta + 24\zeta + 45\rho + 72\theta,$$

où π est le nombre de courbes du système qui ont un point double (sommet double). La coexistence des deux formules a servi aussi à déterminer ou à vérifier ceux d'entre leurs coefficients dont la détermination théorique était trop difficile, et à vérifier les calculs.

» Pour faire application de la formule (2), il a été nécessaire de trouver antérieurement les valeurs du nombre π pour les différents systèmes. Cette

recherche a demandé une étude successive des systèmes élémentaires : 1° de quartiques douées de deux points cuspidaux et d'un point double; 2°-4° de quartiques douées d'un point triple à branches coïncidentes ou distinctes; 5° de quartiques douées de trois points doubles; 6° de quartiques douées d'un point de contact de deux branches; 7° de quartiques douées de deux points doubles, et 8° de quartiques douées d'un seul point double.

» Cette étude longue et pénible ne donne pas seulement les caractéristiques de ces systèmes et le moyen de trouver aussi celles de *tous les autres systèmes élémentaires de quartiques;* mais elle montre aussi quelles sont leurs courbes exceptionnelles, et comment les singularités plus compliquées résultent de la coïncidence de singularités plus simples. Les résultats des recherches sur les caractéristiques des quartiques seront aussi utiles pour l'étude de la relation qui existe entre les douze tangentes qu'on peut mener d'un point à une quartique.

» Je terminerai cette Note en indiquant les formes des équations de quelques-unes des courbes exceptionnelles d'un système de quartiques sans points singuliers. L'équation

$$\varphi_2 . y^2 + 2\varphi_3 . y + \varphi_4 = 0,$$

où φ_2, φ_3 et φ_4 sont des fonctions de x et y des degrés 2, 3, 4, et où les coefficients de φ_3 et φ_4 sont infiniment petits des ordres 1 et 2 respectivement, représente une des courbes singulières dont nous avons désigné le nombre par ν. Les sommets simples seront déterminés par le discriminant $\varphi_3^2 - \varphi_2\varphi_4 = 0$. Si φ_2 est un carré, disons $\varphi_2 = x^2$, on aura une des courbes ζ. Alors les trois sommets de la droite $x = 0$ sont déterminés par $\varphi_3 = 0$.

» De même, les équations

$$\psi_1 y^3 + \psi_2 y^2 + \psi_3 y + \psi_4 = 0,$$
$$y^4 + \chi_1 y^3 + \chi_2 y^2 + \chi_3 y + \chi_4 = 0,$$
$$\omega_2^2 + \omega_4 = 0,$$

où ψ_2, χ_1 et ω_4; ψ_3 et χ_2; ψ_4 et χ_3; χ_4 sont infiniment petits des ordres respectifs 1; 2; 3; 4, représenteront des courbes exceptionnelles appartenant aux nombres ρ, θ et η. A déterminer les sommets servent, dans les deux premiers cas, les discriminants des équations, dans le troisième l'équation $\omega_4 = 0$.

» Je ne connais pas les formes des équations qui représentent les courbes exceptionnelles λ et ξ. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation et la fluorescence de l'atmosphère.* Note de M. A. Lallemand, présentée par M. Faye.

« L'étude assidue que je viens de faire de la polarisation atmosphérique m'a conduit à la considérer comme un cas particulier du phénomène de l'illumination des corps transparents par la lumière naturelle. On sait, en effet, que si l'on place un ballon de verre sphérique, rempli d'un liquide incolore, sur le trajet d'un faisceau de rayons solaires rendus convergents par une lentille à long foyer, les molécules du liquide disséminent la lumière dans toutes les directions; et, tandis que le rayon incident ou transmis est neutre, les rayons disséminés par le liquide sont entièrement polarisés dans une direction normale au faisceau, et partiellement dans une direction oblique. Ces phénomènes s'expliquent simplement en admettant, comme Fresnel l'a démontré, que le mouvement vibratoire de l'éther est normal au rayon lumineux; et si l'on suppose, en outre, que cette illumination du milieu transparent est due à une simple propagation latérale du mouvement lumineux, il résulte de là que le cercle enveloppe des trajectoires elliptiques à orientation variable, qui caractérisent le mouvement d'une particule éthérée dans la lumière naturelle, apparaît de profil à l'observateur quand il vise normalement au rayon, et suivant une ellipse dont le grand axe reste constant, tandis que le petit axe varie avec l'inclinaison de la ligne de visée sur le filet lumineux. La proportion de lumière polarisée doit varier comme le sinus carré de l'angle que fait le rayon visuel avec l'axe du faisceau, ce qu'il est facile de vérifier avec le polarimètre d'Arago.

» La polarisation de l'air s'explique de la même manière; tous les physiciens ont pu constater, après Arago, que la polarisation est maximum dans un plan normal au rayon solaire, et décroît à mesure que la ligne de visée s'éloigne de ce plan. Il est vrai que la proportion de lumière polarisée devrait rester constante quand le polarimètre est dirigé suivant les diverses génératrices d'un cône droit dont l'axe est le rayon solaire lui-même, ce que l'expérience est loin de vérifier; mais il faut tenir compte de l'impureté des couches inférieures de l'atmosphère et des réflexions diffuses ou spéculaires, dont les particules solides ou liquides qu'elle tient en suspension sont le siége. Ces particules, qui interviennent activement dans la formation des points neutres, comme je l'indiquerai tout à l'heure, n'ont aucune influence sur le phénomène principal de la polarisation atmosphérique. Il suffit, pour arriver à cette conviction, de remarquer que, lorsqu'une étroite ouverture se produit au sein d'épais nuages enveloppant tout l'horizon, le

ciel, à travers cet hiatus, est aussi fortement polarisé que par un temps serein; et pourtant, dans ce cas particulier, l'illumination est due aux couches d'air pur situées au delà des nuages. Il en est de même quand le ciel est entièrement voilé par de légers cirrhus; le polariscope accuse encore une polarisation énergique, alors que la couche d'air subnébuleuse n'est pas directement éclairée par les rayons solaires; d'un autre côté, il arrive souvent qu'un nuage isolé, bas et épais, ne donne que de très-faibles signes de polarisation, et quelquefois même n'en donne aucune trace, bien que la couche d'air qui le sépare de l'observateur soit directement illuminée et se trouve d'ailleurs dans une direction favorable.

» Nous sommes donc conduits à admettre que la polarisation de l'atmosphère est le résultat d'une dissémination moléculaire, due sans doute à une condensation particulière de l'éther autour de chaque molécule aérienne. A ce point de vue, la lumière atmosphérique polarisée devrait être blanche, et c'est, en effet, ce qu'indiquent les couleurs complémentaires du polariscope à lunules. Lorsque les deux images sont en partie superposées, elles reproduisent de la lumière qui, par contraste, paraît sensiblement blanche. Jusqu'à ce jour, pourtant, les physiciens avec Arago ont regardé le bleu du ciel comme étant polarisé; il devrait alors se partager inégalement entre les deux images, suivant la position de l'analyseur, et les couleurs complémentaires du quartz différeraient beaucoup, dans certains cas, de celles qu'il donne avec de la lumière blanche. C'est ce qu'on vérifie aisément avec un polariscope dirigé vers une partie du ciel où la teinte bleue est intense et un polarimètre qui vise au travers d'un large tube, dans une région nuageuse dont on polarise partiellement la lumière avec la pile de glaces, de manière à réaliser des conditions identiques. Si les quartz des deux appareils proviennent d'une même lame subdivisée, et ont par conséquent des épaisseurs égales; si, d'un autre côté, les sections principales des deux prismes analyseurs sont également inclinées sur le plan de polarisation de la lumière incidente, on reconnaît que les teintes de la double image sont différentes dans les deux appareils, et, pour les identifier, il suffit de placer devant l'œil qui vise au travers du polarimètre un verre coloré en bleu clair, ou mieux encore une auge étroite renfermant un liquide bleu, dont on peut graduer la teinte par dilution. Lorsque, à l'aide de cet artifice, l'identité des couleurs a été réalisée, elle se maintient pour toutes les nouvelles positions que l'on donne aux deux analyseurs : le bleu du ciel est donc neutre et se partage également entre les deux images.

» J'attribue la couleur bleue de l'atmosphère à un phénomène de fluo-

rescence quinique ou hypochromatique, c'est-à-dire avec changement de réfrangibilité due à une absorption partielle des rayons chimiques ou ultra-violets. La plupart des liquides incolores et des solutions salines possèdent, à des degrés divers, cette espèce de fluorescence qu'on observe aisément avec des rayons ultra-violets polarisés, ou plus simplement encore en observant avec un biprisme de Biot le liquide illuminé par de la lumière naturelle. Lorsque la section principale du prisme est normale au faisceau lumineux, l'image extraordinaire ne s'éteint pas complétement et renferme toujours la moitié de la lumière neutre due à la fluorescence. Cette image est le plus souvent colorée en bleu clair, et cette nuance persiste quand on interpose sur le trajet du faisceau un verre violet foncé. On reconnaît ainsi que la fluorescence quinique est une propriété presque générale des substances incolores et diaphanes. Elle est énergique, par exemple, dans les sels d'alumine les plus purs en solution aqueuse; plus faible, quoique facilement observable, dans les sels ammoniacaux. On ne saurait nier d'ailleurs le pouvoir absorbant de l'atmosphère pour les rayons chimiques. M. Roscoe, en particulier, a prouvé combien le Soleil couchant est pauvre en rayons de cette espèce. Il serait difficile, pour le moment, d'apprécier le rôle que jouent dans cette absorption les divers éléments de l'air et la vapeur d'eau. Une étude photographique plus approfondie du spectre chimique nous édifiera peut-être un jour à cet égard

» Pour compléter ce résumé de mes recherches, il me reste à dire quelques mots des points neutres. Il en existe deux : l'un, signalé par Arago, se trouve en moyenne à 150 degrés du Soleil, dans le vertical qui contient cet astre et l'œil de l'observateur; le second, observé pour la première fois par M. Babinet, est à 17 degrés environ du Soleil, dans le même plan et du même côté que le premier. Je ne cite que pour mémoire un troisième point de nulle polarisation, que M. Brewster aurait observé à 8 degrés du Soleil, du côté opposé aux deux premiers; je n'ai pu, en aucune occasion, en constater l'existence. La formation des points neutres est toujours liée à deux polarisations inverses, en deçà et au delà de chacun de ces points. Arago avait reconnu, en effet, qu'au-dessous du point neutre, l'air est polarisé dans un plan perpendiculaire à l'azimut solaire; j'ai pu vérifier qu'il en est toujours ainsi pour le point neutre de M. Babinet. Ce point ne se produit bien nettement que lorsque le Soleil est voisin de l'horizon, et, si le polariscope est armé d'un biquartz à rotations opposées, la sensibilité de l'instrument permet de reconnaître la polarisation inverse qui a lieu au-dessous de ce point.

» La genèse des points neutres s'explique par l'intervention des poussières et corpuscules de toute nature, qui abondent dans les couches inférieures de l'atmosphère. Supposons, pour plus de simplicité, le Soleil à l'horizon et l'observateur visant du côté opposé, dans une direction horizontale. D'après les lois de l'illumination, l'air, dans cette direction, devrait être neutre au polariscope; mais la réflexion spéculaire qui, sous diverses incidences, se produit à la surface des poussières atmosphériques, détermine la formation de deux faisceaux lumineux horizontaux, convergents, et symétriques par rapport au vertical qui contient le Soleil et l'observateur. La propagation latérale du mouvement lumineux, due à ces rayons ainsi déviés, a pour résultat de polariser horizontalement les couches d'air situées dans la région opposée au Soleil. A une certaine hauteur au-dessus de l'horizon et dans l'azimut solaire, la propagation latérale due aux rayons directs engendre une polarisation verticale, qui annule la première et donne naissance au point neutre d'Arago. Dans le cas particulier que je considère, si l'on dirige le polarimètre successivement vers tous les points de l'horizon à partir du Soleil, on constate que l'air est toujours polarisé dans un plan horizontal, et que la proportion de lumière polarisée croît graduellement jusqu'à 90 degrés, pour décroître ensuite très-lentement et rester sensiblement constante à partir de 160 degrés.

» Le point neutre de M. Babinet est produit par la même cause et s'explique de la même manière. Le Soleil étant toujours supposé à l'horizon et le polariscope dirigé vers lui, les réflexions spéculaires formeront encore au devant de l'observateur deux faisceaux convergents et symétriques par rapport à l'azimut solaire; mais il est évident que l'épaisseur de ces deux faisceaux dans le sens horizontal sera bien moindre dans ce cas que précédemment. Pour une incidence déterminée et dans une couche parallèle à l'horizon dont l'observateur est le centre, les poussières réfléchissantes qui concourent activement à la production des deux points neutres sont réparties dans deux secteurs supplémentaires et inégaux. Le plus petit de ces deux secteurs, d'autant plus petit que l'angle d'incidence est plus voisin de 90 degrés, est celui qui concourt à la génération du point neutre de M. Babinet. Ce point devra donc être moins élevé au-dessus de l'horizon que celui d'Arago, comme l'indique l'expérience. Sans entrer dans des détails que ne saurait comporter cette Note, je ne puis m'empêcher de faire remarquer que ce nouveau point de vue justifie bien le déplacement du point neutre d'Arago, lorsque le ciel est en partie voilé par des nuages, et comment il est rejeté en dehors de l'azimut solaire, du côté opposé à la partie

nébuleuse. Toutes les particularités du phénomène général de la polarisation de l'atmosphère et des points neutres viennent à l'appui de cette théorie, dans laquelle la réflexion et la réfraction n'interviennent que pour changer la direction des rayons solaires, sans être en aucune manière la cause efficiente de la polarisation aérienne. »

CHIMIE. — *Nouvelle préparation de l'acide chromique.* Note de **M. E. Duvillier.** (Extrait par l'auteur.)

« J'évite les inconvénients des méthodes ordinaires en attaquant à l'ébullition le chromate de baryte par l'acide nitrique en excès; le nitrate de baryte à peu près insoluble se précipite à l'état cristallisé, et il reste de l'acide chromique, qu'on purifie par concentrations successives et finalement en le traitant par une quantité convenable d'acide sulfurique faible. Voici comment il convient d'opérer. On fait réagir pendant 10 minutes à l'ébullition :

100 parties de chromate de baryte,
100 parties d'eau,
140 parties d'acide nitrique à 40 degrés Baumé.

On verse d'abord l'eau sur le chromate de baryte, pour en former une espèce de bouillie, puis ensuite l'acide nitrique. Ce détail a de l'importance; car si l'on faisait l'inverse, l'attaque se ferait moins bien, le nitrate formé emprisonnant du chromate de baryte.

» A la liqueur devenue rouge on ajoute 200 parties d'eau, et l'on fait de nouveau bouillir pendant dix minutes. La liqueur, abandonnée à elle-même, laisse déposer rapidement le nitrate de baryte.

» Le liquide surnageant, étant refroidi, contient 4 parties de nitrate de baryte pour 100 de matières solubles. Après décantation, on le concentre jusqu'à ce que son volume soit devenu à peu près celui de l'acide employé. Pendant cette opération, la plus grande partie du nitrate dissous se précipite, et, après refroidissement de la liqueur, on obtient de l'acide chromique qui ne renferme plus que 0,5 pour 100 de nitrate de baryte.

» On chasse l'excès d'acide nitrique en évaporant la liqueur presque à sec, ajoutant de l'eau à plusieurs reprises et répétant ces opérations jusqu'à ce qu'un bouchon trempé dans l'ammoniaque ne produise plus de fumées blanches. L'acide chromique suffisamment concentré cristallise alors en mamelons noirs, en tout semblables aux plaques que l'on obtient dans le

vide par la méthode de Bolley. On obtient ainsi, en quelques heures, un acide qui peut être très-suffisant dans la plupart des cas.

» Si l'on veut obtenir un produit complétement pur, il suffit de précipiter, à l'ébullition, par une quantité convenable d'acide sulfurique, la baryte restée en dissolution; on obtient ainsi très-rapidement de l'acide chromique absolument pur.

» Cette opération a, sur toutes celles qui ont été décrites jusqu'ici, l'avantage de donner très-rapidement tout l'acide chromique renfermé dans le chromate de baryte employé, et en outre un acide absolument pur.

» Cette préparation pourrait s'effectuer en grand, si les besoins de l'industrie exigeaient l'emploi de quantités considérables d'acide chromique pur. On opérerait sur les quantités indiquées ci-dessus, en ayant soin de recueillir l'excès d'acide nitrique dans un appareil distillatoire convenable, pour le faire servir à une autre opération. Le nitrate de baryte recueilli pourrait s'employer à la préparation du chromate de baryte; il n'y aurait donc, comme on le voit, aucune perte. »

CHIMIE. — *Sur les différents mouvements vibratoires produits par les composés explosifs; par* **MM. P. Champion** *et* **H. Pellet.**

« Dans une Note précédente, nous avons cherché à démontrer que la décomposition instantanée des corps explosifs était due à des mouvements vibratoires indépendants de l'action du choc et de la chaleur (1). Ces mouvements vibratoires sont-ils d'espèce différente, et peut-on, par une méthode directe, prévoir d'avance leur mode d'action sur d'autres composés explosifs? Telle est l'étude qui fait l'objet de cette Note.

» M. Abel a constaté que, tandis que l'explosion d'une faible quantité de fulminate de mercure est apte à provoquer celle du coton-poudre comprimé, des quantités très-considérables d'iodure d'azote ou de nitroglycérine sont incapables d'amener ce résultat, même en employant des quantités telles de ces deux composés explosifs, que la force mécanique développée par leur explosion soit de beaucoup supérieure à celle qui est produite par la charge de fulminate de mercure nécessaire à l'explosion du coton-poudre (2).

» Pour expliquer ces faits, nous avons d'abord cherché à établir que

(1) *Comptes rendus*, 22 juillet 1872, p. 210.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, septembre et octobre 1870.

les mouvements vibratoires engendrés par les composés explosifs varient singulièrement, suivant la nature de ces derniers et les quantités sur lesquelles on agit.

» Soit une série de flammes *sensibles* correspondant à la gamme de *sol* majeur, en prenant le *la* normal pour point de départ (1) et disposées suivant les précautions indiquées par MM. Tyndall et Schaffgotsch. La sensibilité des flammes chantantes varie avec un certain nombre de circonstances, telles que la forme des brûleurs, l'épaisseur de leurs parois et la position qu'ils occupent dans les tubes de verre. Chaque note était réglée successivement à l'aide d'un cylindre en carton, que l'on fixait sur le tube dont on déterminait approximativement la longueur par un essai préalable. La pression du gaz exerçant aussi une grande influence sur la sensibilité des flammes, nous avons eu recours au régulateur Giroud, dont nous avons constaté la constance à des pressions très-variables.

» *Première expérience.* — A 5 mètres de distance de l'appareil, on a disposé une enclume sur laquelle on plaçait successivement de l'iodure d'azote et du fulminate de mercure, renfermés entre deux membranes de baudruche, pour rendre plus commode le maniement de l'iodure d'azote et éviter les déperditions au moment de l'explosion provoquée à l'aide d'un marteau. Chaque sachet renfermait $0^{gr},03$ de composé explosif. L'iodure était pesé à l'état humide, en déterminant à l'avance, par un essai direct, la quantité d'eau qu'il renfermait.

» Dans ces conditions, l'iodure d'azote était sans action sur les flammes, tandis que le fulminate de mercure produisait le *départ* des flammes correspondant aux notes suivantes : *la*, *do*, *mi*, *fa*, *sol*. C'est, du moins, ce qui résulte de nombreuses expériences, qui n'ont présenté que de rares écarts.

» Il semble donc qu'on peut conclure de là, non-seulement que l'iodure d'azote et le fulminate de mercure développent des vibrations différentes, mais, en outre, que les mouvements vibratoires déterminés par le fulminate agissent sur certaines notes, à l'exclusion des notes intermédiaires.

» *Deuxième expérience.* — Si l'on réduit à $3^{m},50$ l'intervalle qui sépare l'enclume de l'appareil, l'iodure d'azote influence les notes supérieures, tandis

(1) Dans une première disposition, nous avions employé la gamme chromatique complète; mais, outre les difficultés que présente le réglage d'un aussi grand nombre de flammes, les distances relativement faibles qui séparent chaque note donnaient à cet appareil une sensibilité trop considérable.

que le même poids de fulminate agit sur toute la gamme. Les différences que nous avons signalées précédemment se manifestent donc encore.

» Si, dans les expériences précédentes, on porte à 2 décigrammes le poids de l'iodure d'azote, et qu'on le place à une faible distance de l'appareil analyseur, la gamme entière est influencée.

» On peut donc se rendre compte, à l'aide des expériences qui précèdent, des modifications produites sur les vibrations, en augmentant la quantité de matière détonante, et concevoir, par suite, qu'il doit exister un rapport déterminé entre l'impressionnabilité des composés détonants, comme le coton-poudre, la nitroglycérine, la dynamite et la quantité de corps explosif qui sert d'amorce. M. Abel a démontré, en effet, que la charge de fulminate de mercure capable de faire détoner la nitroglycérine est sans action sur le coton-poudre comprimé.

» Nous avons pensé qu'on pourrait tirer de là quelques autres conclusions. On a vu que les flammes sont diversement influencées quand on modifie la distance de l'explosion, pour un même poids de composé explosif, et que cette influence agit des notes élevées aux notes basses. Il en résulte que les sons élevés prédominent dans les explosions, ou sont doués d'une plus grande amplitude : on pourrait peut-être rapprocher ce fait des résultats obtenus par M. Lucas dans ses récentes expériences (1). Ce savant a démontré en effet, à l'aide de cloches de poids différents placées sous l'eau, que les sons aigus possèdent une amplitude supérieure à celle des sons graves.

» *Troisième expérience.* — En étudiant comparativement, par le même procédé, les mouvements vibratoires produits par le fulminate de mercure et la nitroglycérine, nous n'avons pu constater la différence d'action qui caractérise l'iodure d'azote. Cependant M. Abel a démontré, par des expériences précises, que, tandis que le fulminate de mercure provoque l'explosion du coton-poudre comprimé, un excès de nitroglycérine, dans les mêmes conditions, ne peut produire le même effet.

» On peut expliquer cette anomalie apparente par le peu d'étendue de notre appareil analyseur, et nous ne doutons pas que, en prolongeant la série des flammes graves, on arriverait à constater, entre ces composés, des différences analogues à celle que nous avons établie pour le fulminate de mercure et l'iodure d'azote. Ce fait n'infirme donc en rien la théorie que nous avons exposée.

---

(1) *Comptes rendus*, n° 22, juillet 1872, p. 206.

» Le nitroglycol, la nitroérythrite et la nitrodulcite paraissent se rapprocher de la nitroglycérine sous le rapport des mouvements vibratoires.

» On pourrait sans doute, dans cette méthode expérimentale, substituer aux flammes chantantes l'appareil de M. Helmholtz. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les diaphragmes et les réseaux fibro-vasculaires des tiges et des feuilles de certaines Monocotylédones.* Note de **M. J. Duval-Jouve**, présentée par M. Duchartre.

« Dans la séance du 1er avril de cette année, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences une Communication où je signalais la présence d'un réseau fibro-vasculaire dans les diaphragmes des feuilles de certains *Juncus*. Je croyais alors ce fait particulier à ces feuilles; mais la présence de semblables réseaux dans les diaphragmes des lacunes partielles que présentent les gaînes des mêmes plantes m'a porté à les rechercher dans les diverses Monocotylédones qui ont des lacunes à air interrompues par des diaphragmes, et j'en ai rencontré partout.

» Le limbe des feuilles du *Luzula maxima*, D.C., du *Cladium Mariscus*, R. Br., de nombreux *Carex*, m'a constamment présenté un faisceau fibro-vasculaire traversant les diaphragmes des lacunes et mettant en communication les faisceaux des nervures longitudinales parallèles.

» Dans les lacunes que présentent les chaumes des *Scirpus palustris*, L., *lacustris*, L., *littoralis*, Schrad, etc., les diaphragmes, composés de cellules très-particulières, sont parcourus par un réseau peu ramifié de faisceaux fibro-vasculaires. Il en est de même sur un très-grand nombre de *Cyperus*, et notamment sur les *C. fuscus*, L., *serotinus*, Rottb., *Papyrus*, L., *longus*, L., etc.

» Les Graminées aquatiques, *Glyceria fluitans*, R. Br., *spectabilis*, M. et K., etc., présentent aussi des diaphragmes soutenant un réseau fibro-vasculaire transversal.

Les *Typha*, les *Sparganium*, l'*Acorus Calamus*, L., le *Veratrum album*, L., les espèces aquatiques du genre *Iris*, le *Pontederia cordata*, L., les *Strelitzia augusta*, Th., *Reginæ*, Ait., le Bananier, le *Thalia dealbata*, Fras., le *Butomus umbellatus*, L., les *Sagittaria lancifolia* et *sagittifolia*, L., l'*Alisma Plantago*, L., en un mot les Monocotylédones aquatiques offrent constamment des faisceaux fibro-vasculaires qui, traversant ou bordant les diaphragmes des lacunes à air, unissent les faisceaux des nervures.

» Les observations faites sur toutes les Monocotylédones aquatiques que

j'ai pu me procurer dans le cours de cet été ont toutes concordé et se résument en ce qui suit :

1° L'organisation de feuilles cloisonnées par des diaphragmes n'est pas réduite aux *Juncus;* elle n'y est qu'un cas particulier d'une loi commune aux Monocotylédones aquatiques.

» 2° Dans ces plantes, les diaphragmes des tiges, des pétioles et des feuilles sont disposés de diverses manières :

» *A*. Ils ne s'étendent que sur une seule lacune ayant à son pourtour au moins autant de faisceaux longitudinaux que de faces; ex. : *Luzula maxima*, *Scirpus lacustris*, *Cyperus fuscus* , etc.

» *B*. Ils s'étendent sur plusieurs lacunes qui n'ont pas un faisceau longitudinal à chacun de leurs angles, et ils relient entre eux des faisceaux disséminés; ex. : *Cyperus Papyrus*, *Sagittaria, Acorus*, etc.

» *C*. Un seul diaphragme relie tous les faisceaux longitudinaux épars au pourtour d'une lacune unique; ex. : *Juncus lampocarpos*, etc.

» 3° Les réseaux vasculaires qui accompagnent les diaphragmes occupent diverses positions :

» *A*. Ils sont accolés au-dessous; ex. : *Scirpus lacustris*, etc.

» *B*. Ils s'intercalent dans l'unique assise du diaphragme qu'ils interrompent; ex. : *Sagittaria*, etc.

» *C*. Ils rampent dans l'épaisseur du diaphragme composé de plusieurs assises de cellules; ex. : *Cyperus Papyrus*, etc.

» *D*. Ils courent entre les bords des grands diaphragmes; ex. : *Strelitzia*, etc.

» 4° La forme des cellules d'un diaphragme diffère toujours de celle du reste du parenchyme; cette forme, rigoureusement déterminée sur une même espèce, varie à l'excès d'une espèce à l'autre.

» 5° Cependant cette forme est toujours telle qu'elle présente de grands méats pour permettre le passage des gaz, fonction qui, avec la consolidation de la tige ou des feuilles, était la seule qu'on attribuât précédemment aux diaphragmes.

» 6° Comme ces diaphragmes sont accompagnés de faisceaux transversaux, leur fonction paraît être aussi de fournir des points d'appui à ces faisceaux qui mettent en communication les faisceaux longitudinaux. Ces derniers, sur les Monocotylédones aquatiques, ne sont donc ni aussi isolés, ni aussi indépendants qu'on l'avait cru d'abord, en n'attribuant un réseau vasculaire, avec anastomoses, qu'à quelques groupes d'Aracées, d'Asparaginées, etc.

» 7° Dans un même genre, les espèces aquatiques ou des lieux très-humides ont des diaphragmes avec faisceaux transversaux, tandis que les espèces congénères tout à fait terrestres en sont privées; ce qui montre que l'influence des milieux se fait sentir non-seulement à l'extérieur, mais jusque dans l'organisation la plus intime. »

GÉOLOGIE. — *Complément d'observations sur l'exercice de l'action filonienne dans les météorites; par* **M. Stan. Meunier**.

« Le caractère filonien, signalé précédemment dans la météorite d'Atacama (1), se retrouve d'une manière très-nette dans le fer découvert en 1810 à Brahin, gouvernement de Minsk, en Russie. Ce fer est représenté au Muséum par un bel échantillon, poli sur la plupart de ses faces, et qui a été donné à la collection française par le Musée minéralogique de Vienne. Cet échantillon porte le signe 2. Q. 426. On y voit, comme dans le fer d'Atacama, une substance pierreuse englobée dans la matière métallique, et celle-ci présente, par conséquent, une structure spongieuse tout à fait analogue à celle du fer de Pallas.

» Les minéralogistes qui se sont occupés de la masse de Brahin ont admis que la pierre s'y trouve en cristaux; mais il suffit d'un examen peu approfondi pour reconnaître que, si cette pierre est incontestablement cristalline, elle est, en même temps, essentiellement fragmentaire, et, comme j'y reviendrai tout à l'heure, on est amené à supposer qu'elle provient du concassement de gros cristaux préexistants. Ces fragments lithoïdes offrent des contours arrondis très-remarquables, et d'autant plus instructifs qu'on ne peut pas les attribuer à une cristallisation rapide et gênée. En effet, la matière pierreuse montre des séries de grands clivages parallèles entre eux, et, d'un autre côté, le fer qui l'entoure donne, par l'action des acides, des figures d'où il résulte manifestement qu'il s'est déposé avec la plus grande régularité, et sans doute aussi avec beaucoup de lenteur. En outre, ce fer s'est, dans maints endroits, introduit en filaments fort déliés dans les fissures que présentent les grains pierreux, et l'examen de l'échantillon désigné fait voir que ces fissures sont antérieures à l'arrivée du métal. La composition de la matière pierreuse ne concorde pas exactement avec la formule du péridot; elle m'a paru très-notablement plus riche en silice. Sous l'action des acides, sa surface polie manifeste d'ailleurs une structure

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 588.

complexe, qui met en évidence dans la masse le mélange du péridot avec un silicate inattaquable et sans doute plus acide.

» La nature chimique de la portion métallique du fer de Brahin nous est connue par deux analyses de Laugier. Ces analyses sont peu concordantes entre elles, et les écarts qu'elles présentent s'expliquent tout naturellement quand on fait attention que cette portion métallique est complexe et varie d'un point à un autre, comme on va le voir.

» Sa structure est extrêmement régulière et ordonnée de la manière la plus nette par rapport aux dimensions et aux formes actuelles des fragments lithoïdes. La figure que les acides y dessinent montre en général : 1° autour des grains pierreux, une bande de largeur variable d'un fer qui donne un moiré grenu ; 2° une lamelle de tænite, qui n'existe pas absolument partout, mais qui se présente dans le plus grand nombre des points, et qui est bien remarquable par ses inflexions grossièrement parallèles aux contours des grains ; 3° un fer à lamelles de tænite parallèles entre elles et ressemblant tout à fait à l'alliage qui occupe la même position dans la masse d'Atacama ; 4° quand la zone métallique entre les grains est relativement large, des îlots paraissant de nature très-voisine à celle du fer précédent, mais très-nettement limités par une lamelle de tænite ; 5° enfin, dans les endroits où cette zone est, au contraire, étroite, une lamelle de tænite occupant sa région moyenne.

» Ce qui a été dit dans la Note citée plus haut et relative au fer d'Atacama dispense de montrer comment il est impossible, en présence de cette structure si particulière, de ne pas attribuer la formation du fer de Brahin à l'exercice de l'action filonienne dans une faille incomplétement remplie par des fragments pierreux. Mais il resterait à déterminer d'où provient la matière olivinoïde de la météorite russe ; et je dois m'empresser de dire que je n'ai connaissance d'aucune masse d'origine cosmique qui en soit entièrement formée, et jouant par conséquent, vis-à-vis du fer de Brahin, le rôle rempli par la pierre de Chassigny à l'égard de la masse d'Atacama. L'idée vient que cette olivine pourrait, à la rigueur, être un minéral filonien lui-même, et concassé de façon à devenir le centre de concrétions métalliques postérieures. On voit, entre autres, des exemples terrestres de cette disposition dans les fragments irréguliers de barytine très-cristallisée, englobés dans certains filons de galène. Toutefois aucun fait ne vient jusqu'ici confirmer cette supposition.

» Si le Muséum ne possède pas de météorite entièrement formée de l'olivine de Brahin, il convient de remarquer que cette même olivine se retrouve,

avec des caractères tout à fait identiques, dans des météorites cependant bien différentes : je veux parler de celles qui sont formées de la roche appelée *logronite*, et parmi lesquelles il faut citer surtout la pierre tombée en Espagne, à Logrono, le 4 juillet 1842, ainsi que les célèbres masses recueillies, en 1863, dans la Sierra de Chaco, au Chili.

» L'identité dont il s'agit est surtout visible sur l'échantillon 2.Q.289 de la Sierra de Chaco, que le Muséum doit à l'École des Mines de Paris, et qui est poli. On y observe, au milieu d'une masse pierreuse très-riche en fer natif, d'une part, de grosses grenailles très-arrondies de fer nickelé, et, d'autre part, des grains tout à fait irréguliers et arrondis eux-mêmes d'un minéral péridotique, qu'on ne saurait distinguer, sous aucun rapport, de celui que contient le fer de Brahin.

» Pour aujourd'hui, je me borne à constater l'identité des grains péridotiques de Brahin avec les gros grains faisant partie de la roche de la Sierra de Chaco; je reviendrai plus tard sur ce fait, qui paraît devoir jeter quelque lumière sur le mode de formation de la logronite elle-même; mais je ne puis m'empêcher de remarquer à cet égard combien, dans certains cas, la difficulté est grande de décider si une roche donnée est ou n'est pas bréchoïde. Par exemple, certaines arkoses de Saône-et-Loire et d'ailleurs seraient confondues avec les porphyres, si l'on ne connaissait pas leur gisement; et beaucoup d'autres exemples de ce genre pourraient être cités. On me permettra de mentionner le suivant. Le signe 8.X.260 appartient, dans les collections du Muséum, à un échantillon provenant du Mont-Gaillard, dans les Hautes-Pyrénées; c'est une masse anomale, bréchoïde, qui coupe en filons diversement orientés une masse d'argile bigarrée, superposée au calcaire de la période crayeuse. Parmi les fragments plus ou moins anguleux qui concourent à la composition de cette brèche, on reconnaît le granite, la pegmatite, le leptynite, le talcschiste, le diorite, le calcaire compacte et beaucoup d'autres roches qui demanderaient à être déterminées avec soin. Le ciment est calcaire, mais il admet en mélange une foule de grains provenant des roches empâtées, et dont beaucoup sont cristallins; ce sont des paillettes de mica, de petits grains de quartz, etc. Ces cristaux rendent par place le ciment absolument méconnaissable, et ils masquent souvent les limites respectives des fragments agglutinés. Si une pareille brèche, formée de fragments météoritiques, tombait un jour du ciel, il y a toute probabilité qu'on la prendrait longtemps pour une roche normale. Je pense que cette méprise a été faite plusieurs fois, et j'ai déjà appelé l'attention sur ce point dans une Note relative à la météorite de Parnallee.

» Quoi qu'il en soit, on voit, par ce qui précède, que le fer de Brahin se présente comme une brèche de filon concrétionné dont l'étude promet des notions nouvelles de stratigraphie météoritique; et l'on peut espérer en obtenir des lumières, quant au mode de formation de la roche, dont les échantillons les plus connus proviennent de la Sierra de Chaco. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les graviers alluviens des plaines de la Garonne, au village de Portet, près de Toulouse; par* **M. F. Garrigou.**

« Une tranchée de 60 mètres de longueur, faite parallèlement à la Garonne, au nord du village de Portet, dans un gravier très-pur, m'a permis de relever une coupe fort instructive et très-intéressante au point de vue de l'étude géologique de ces graviers.

» On a percé la couche de cailloux roulés, de manière à atteindre les marnes miocènes. La tranchée produite ainsi mesure 6 mètres de profondeur.

» A la surface existe une couche fort mince de terre végétale avec quelques cailloux roulés, très-peu volumineux. Au-dessous se trouve une épaisseur de $1^m,50$ de sable, quelquefois légèrement terreux et contenant quelques lentilles de limon. Immédiatement au-dessous commencent les cailloux roulés, dont l'épaisseur atteint 4 mètres. La partie supérieure de cette couche est formée par des galets un peu plus que pugillaires et au-dessous. La partie inférieure est constituée par des cailloux *à demi roulés*, dont quelques-uns atteignent des dimensions et un poids considérables. En moyenne, ils ont bien 25 à 30 centimètres de diamètre, et pèsent de 3 à 4 kilogrammes au moins. J'en ai vu dont le diamètre atteignait un peu plus de 40 centimètres et le poids de 7 à 8 kilogrammes. Ces cailloux reposent sur la marne miocène. Les éléments de cette couche inférieure de cailloux roulés rappellent ceux que l'on voit actuellement dans les points où la Garonne et l'Ariége sont torrentiels.

» Les cailloux que roulent aujourd'hui ces deux rivières, à Portet et à Toulouse, sont généralement pugillaires. On en rencontre cependant dont les dimensions atteignent 12 ou 15 centimètres, mais ils sont rares. Tous sont complétement roulés.

» Bien que la chose soit encore douteuse pour quelques géologues, je pense, pour ma part, que ces cailloux *demi-roulés* ne peuvent provenir que de moraines glaciaires très-avancées au pied nord des Pyrénées, moraines d'une antiquité géologique considérable, lavées par les cours d'eau torrentiels fournis par les glaciers au moment de leur fusion.

» Quoi qu'il en soit de l'explication que je donne, il résulte un fait intéressant au point de vue pratique, celui de la présence de ces gros cailloux à la base des alluvions des plaines de Toulouse.

» La base de ces alluvions remonte à une très-haute antiquité, et la stabilité de cette base permet de supposer que les galeries filtrantes (système de l'ingénieur d'Aubuisson) qui vont être établies dans ce point de la plaine par la ville de Toulouse auront une stabilité et une durée bien plus grandes que si on les établissait dans les couches alluviennes supérieures. »

CHIRURGIE. — *Sur l'invention de la méthode d'aspiration pour l'évacuation des liquides épanchés dans les cavités closes du corps humain : réclamation en faveur de M. G. Pelletan.* Note de **M. Bouvier**, présentée par M. Bouley.

« Dans une Lettre adressée dernièrement à l'Académie, M. J. Guérin revendique l'invention de la méthode d'aspiration pour l'évacuation des liquides épanchés dans les cavités closes du corps humain. Permettez-moi de rappeler à cette occasion un fait qu'il serait injuste de laisser dans l'oubli.

» Il y a quarante et un ans (c'était en 1831), M. Gabriel Pelletan, aujourd'hui octogénaire, fils d'un ancien membre de l'Académie des Sciences, communiqua à l'Académie de Médecine un Mémoire *sur les inconvénients de la présence de l'air dans les foyers et sur les moyens d'y remédier.* A ce Mémoire était joint un instrument à l'aide duquel on pouvait extraire, des cavités splanchniques et de tous les foyers quelconques, les liquides qu'ils renferment, sans que l'air extérieur pût pénétrer dans ces cavités et ces foyers.

» En 1836, à la suite d'une longue discussion de l'Académie de Médecine sur l'empyème, M. G. Pelletan adressa une seconde fois son Mémoire et son instrument à cette Académie.

» Il est fait mention de ces Communications de M. G. Pelletan : 1° dans le *Journal de Chimie médicale* de MM. Chevalier et Julia de Fontenelle, t. VII, p. 152; 2° dans les *Archives générales de Médecine*, t. XXV, p. 272, 1831; 3° dans le *Bulletin de l'Académie de Médecine*, t. I, p. 237, 1836.

» Le Mémoire de M. G. Pelletan n'a pas été publié; mais son instrument est longuement décrit dans la *Table générale* du *Journal de Chimie médicale*, 1re série (1831-1836), p. 105, table qui a paru en 1836. On y voit que l'instrument de M. G. Pelletan est muni d'une pompe aspirante et foulante, destinée à *aspirer* le liquide et à l'évacuer au dehors par un conduit latéral,

sans laisser entrer l'air dans le foyer des épanchements pleuraux, des abcès par congestion, etc. Le corps de la pompe est en cristal, afin de laisser voir la couleur et l'aspect du liquide. »

M. A. Guillemin, à propos de la Communication de M. *Faye* concernant un Mémoire de M. *Hirn*, sur les conditions d'équilibre et la nature probable des anneaux de Saturne, rappelle un passage des « Éléments d'Astronomie » de Cassini II, passage bien connu des astronomes, d'après lequel les anneaux ne seraient sans doute qu'un amas de satellites, disposés à peu près dans un même plan.

M. Hartsen adresse une Note relative à un alcaloïde extrait d'un Isopyrum.

M. Dumas analyse les documents adressés à la Commission du *Phylloxera* par deux de ses délégués, M. Duclaux et M. Maxime Cornu.

« M. *Duclaux* écrit de Montpellier, le 16 septembre, que la maladie ne présente pas aux environs de cette ville le caractère foudroyant qu'elle offrait dans Vaucluse et dans la Crau. Telle vigne envahie depuis trois ans ne contient pas cent souches mortes, tandis qu'en Vaucluse on a vu des vignes donner une belle récolte en automne et périr tout entières au printemps suivant.

» Dans l'Hérault, la maladie présente un caractère sporadique en quelque sorte. Entre la limite du département et la rivière d'Hérault, il existe vingt points d'attaque, mais ces points, sauf les deux premiers atteints, Saint-Gely et Lunel-Viel, sont peu étendus. Quoique la maladie existe dans le département depuis 1869, la récolte de cette année n'en est pas moins splendide.

» La vue de la carte de l'invasion du département, dressée par M. Duclaux, selon le désir de la Commission, montre qu'on y trouve à petite distance les unes des autres des vignes tout à fait perdues et des vignes florissantes.

» M. *Maxime Cornu* écrit de Bordeaux, le 18 septembre, le résumé de ses observations sur les galles, sur le *Phylloxera* ailé et sur le *Phylloxera* attaquant les arbres fruitiers.

» I. *Des galles.* — Conjointement avec M. Duclaux, il a pu constater l'identité de la forme du *Phylloxera* des racines et de celui des feuilles.

Dans l'un et l'autre cas, les jeunes sont agiles et fuient l'endroit où ils ont pris naissance.

» C'est par application sur les feuilles très-jeunes et longues d'un centimètre environ que l'animal donne naissance à la monstruosité celluleuse qui deviendra plus tard la galle et se fermera par une bordure de poils roides et nombreux.

» Il est trop tard maintenant pour suivre exactement le développement de ces galles; l'étude doit en être commencée au moins deux mois plus tôt.

» La forme des galles varie suivant les cépages; quand l'insecte les a abandonnées, elles noircissent par la partie interne; cette couleur provient du tissu mort (*fig.* 1).

Fig. 1.

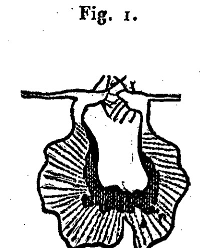
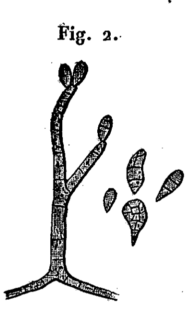


Fig. 2.



» Dans chaque galle, il n'y a qu'un seul insecte; mais les galles *confluentes*, dont les cavités communiquent, peuvent induire en erreur. On trouve dans l'intérieur des galles des enveloppes provenant des mues, au nombre de trois pour chaque individu.

» Quand la galle est évacuée, on trouve parfois ces enveloppes envahies par un champignon sphériacé du genre *Pleospora*, qui est fréquent sur tous les débris azotés d'origine quelconque (*fig.* 2).

» Quoiqu'il y ait des galles d'âges différents, quand la feuille commence à devenir plus grande et plus ferme, il ne s'en forme plus de nouvelles. A l'époque actuelle (15 septembre), presque toutes se sont vidées; la végétation subit un temps d'arrêt; pour avoir des galles jeunes, il faut des feuilles nouvelles et tendres : c'est vers la fin de mai qu'elles se montrent, d'après M. Laliman.

» II. *Galles sur un cépage européen, le* Malbec. — On considérait à Bordeaux comme douteuse l'observation, rapportée par M. Planchon, de galles rencontrées à Sorgues sur le Tinto, cépage européen très-coloré. M. Laliman le pensait, et M. le Dr Plumeau l'a positivement révoquée en

doute dans la Communication du 11 septembre dernier, faite devant la Section de Zoologie et de Zootechnie de l'Association française pour l'avancement des Sciences.

» M. Laliman a cependant observé un autre exemple de galles développées sur un cépage européen.

» A côté d'un pied que M. Laliman rapporte au *Vitis cordifolia*, couvert de galles spéciales robustes et allongées, poussait un pied d'un cépage du pays, le *Malbec*, pied très-vigoureux et muni de feuilles nombreuses et très-vertes.

» La vigne américaine couverte de galles, peu vigoureuse, dans une mauvaise exposition contre un mur, mêlait ses rameaux à ceux de l'autre espèce.

» Celle-ci présenta trois branches à feuilles munies de quelques galles.

» Sur le *Malbec*, les galles étaient peu nombreuses; il n'y en avait que quatre ou cinq par feuille (et non soixante et plus, comme sur beaucoup de feuilles du *V. cordifolia*); elles étaient très-petites, et non très-développées comme sur l'autre pied. Quelques-unes furent ouvertes : elles étaient noires à l'intérieur, comme celles de l'autre vigne; les insectes étaient déjà partis.

» Ce fait confirme l'observation de M. Planchon et celle de M. Signoret, qui dit avoir obtenu des galles sur un pied de chasselas.

» Le petit nombre et la petitesse des galles, la rareté des pieds qui les présentent, permettent de s'expliquer pourquoi on en a si peu observé. L'*erineum* de la vigne, si abondant dans certains cas, rend cette recherche encore plus difficile.

» M. Cornu a vu en tout une douzaine de feuilles attaquées et une cinquantaine de galles produites naturellement. C'est un fait capital au point de vue de l'histoire générale du *Phylloxera*.

» III. *Phylloxera ailé.* — On doutait que le *Phylloxera* ailé existât dans la Gironde. M. Laliman en avait observé un seul individu; MM. Cornu et Duclaux en ont observé deux autres, mais toujours dans les mêmes conditions.

» Dans un flacon où M. Laliman conservait des racines couvertes d'insectes, récoltées à Pompignac, on trouva sur le bouchon un individu ailé et bientôt un second sur les parois du flacon.

» Le premier individu fut mis à part, et, le 16 septembre, le deuxième individu, qui avait quitté les parois du flacon, était fixé comme le premier sur le bouchon de verre.

» Il résulte de là que le puceron ailé peut aisément quitter les racines sur lesquelles il a subi ses transformations, gagner les parties supérieures et quitter de même l'endroit où il s'est ultérieurement fixé; ces voyages, dans un flacon fermé, ont lieu sans le secours du vent, qui pourtant, il faut le dire, lui est un auxiliaire puissant à l'air libre.

» IV. *Phylloxera sur les racines des arbres fruitiers.* — M. Cornu a observé le *Phylloxera* sur les racines d'un Pêcher fort malade, comme tous les autres arbres fruitiers voisins, et en train de périr; elles présentaient des excoriations comme celles de la vigne dans certains cas; et sur le bois dégarni d'écorce on a pu constater des pucerons agiles; d'autres racines n'ont rien montré.

» Ce fait s'est présenté dans la propriété de M. Lafargue, à Floirac, au milieu de vignes très-fortement attaquées et presque mortes, malgré l'excellente culture qu'on leur donne.

» Dans une visite faite à la propriété de M. Adrien Faure, à Bouliac, au milieu de vignes très-bien cultivées, mais rudement éprouvées par le *Phylloxera*, se trouvent des arbres fruitiers sur le point de mourir; on a déchaussé quelques-uns de ces arbres, et l'on a pu constater la présence du puceron sur les racines de deux poiriers (greffés sur coignassier), d'un prunier et d'un cerisier (ces deux derniers sur franc).

» C'est M. Laliman qui, depuis quelque temps, a établi que les arbres fruitiers mouraient aussi au milieu des vignes détruites. Il avait rassemblé une collection des meilleurs arbres, et il a eu le regret d'en voir périr un bon nombre.

» La présence du *Phylloxera* sur les racines des arbres fruitiers semble bien établie désormais par les faits qui viennent d'être cités plus haut. »

M. Cornu adresse, à l'appui des observations qui précèdent, des préparations anatomiques des galles et du puceron des feuilles et de celui des racines et de leurs œufs.

M. Cornu, conformément aux intentions de la Commission, a tracé un essai de la carte de l'invasion du *Phylloxera* aux environs de Bordeaux, duquel il résulte que Floirac, Bouliac, Pompignac et une portion du territoire autour d'eux, du même côté de la Garonne, sont les points envahis.

Observations de **M. Thenard**, *à propos de la Communication précédente.*

« Naguère, à propos de cette même question, je disais : le *Phylloxera* est-il

cause ou effet? S'il est cause, c'est dans sa destruction qu'il faut chercher le remède ; s'il n'est qu'effet, c'est ailleurs qu'il faut porter ses investigations.

» Passant alors en revue les principales circonstances où, en 1869, j'avais observé le mal causé par le *Phylloxera*, j'ajoutais : dans certains terrains, il est effet; dans d'autres, il est cause.

» Il est effet dans ces vastes plaines de silex roulés, souvent imperméables, mesurant à peine un boisseau de terre végétale au mètre cube, et qu'avec une aveugle précipitation et sans les soins nécessaires on s'est, en Provence et dans le Comtat, empressé de peupler des plans les plus productifs, mais les moins robustes.

» Il est, au contraire, cause dans les excellents vignobles qui bordent ces plaines devenues fatales; car c'est d'elles qu'il part, après y avoir tout détruit, pour envahir les climats propices à la vigne et les ravager, sans toutefois les anéantir complétement et sans même s'y fixer plus de deux ou trois campagnes.

» C'est donc à ces vignes plantées et entretenues sans discernement sur ces garennes arides, où elles meurent de misère, et par suite de vermine, qu'il faut faire remonter le mal, qui cessera dans les vignobles sérieux le jour où il aura cessé à son point de départ.

» Maintenant comment cessera-t-il au point de départ? Il n'est que deux manières: ou, faute des soins nécessaires, les vignes disparaîtront bientôt; ou, par un intelligent et commun effort, les propriétaires remplaceront les bois tendres par des bois durs, moins productifs, il est vrai, mais plus robustes ; en même temps qu'ils assainiront et amenderont convenablement leurs cailloux.

Quant à leur enseigner un remède qui tuerait le *Phylloxera*, si bon qu'il soit, les vignes ne s'en porteraient pas mieux, puisque dans un tel milieu l'insecte n'est que l'effet, non la cause.

» Tel est le résumé des observations que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, il y a une quinzaine de jours; si je les reprends, c'est que quelques personnes m'ont fait l'obligeant reproche de ne pas les avoir insérées aux *Comptes rendus*.

» La question change de face, si l'on suppose que le *Phylloxera* a pour berceau les feuilles de la vigne, d'où il tombe d'abord sur le sol, pour gagner ensuite les racines par les fissures du terrain.

» Or le fait ne s'est pas passé ainsi à Bordeaux, et les vignes américaines de M. Laliman n'y ont eu aucune part.

» En juillet 1869, lors du voyage de la Commission de la Société générale

des Agriculteurs de France, dont M. Planchon et son beau-frère M. Lichtenstein, entomologiste très-exercé, faisaient partie, on savait déjà en France, par des correspondances que j'ai eues sous les yeux, qu'un insecte du même genre que le *Phylloxera* attaquait en Amérique les feuilles de la vigne, et plus particulièrement celles de la variété dite Isabelle, respectant d'ailleurs les racines, et en Amérique on n'ignorait pas, comme le témoigne cette même correspondance, que le contraire avait lieu en France. L'attention ainsi éveillée, les deux beaux cordons de vignes américaines qui ombragent l'allée principale du vaste enclos de M. Laliman furent donc pied à pied, je dirais presque feuille à feuille, scrupuleusement examinés, et l'on n'y trouva rien, absolument rien; tandis que, chez son voisin immédiat, le Dr Chaigneau, cinq à six ares de vignes françaises étaient atteints dans les racines et de la même manière que dans le Comtat d'où nous sortions. A trois kilomètres de là, chez M. Cahussac, toujours sur la rive droite de la Garonne et dans la commune de Floirac, aux portes de Bordeaux, dix ares étaient également atteints de la même manière; mais nulle part ailleurs, dans le vignoble bordelais, le mal n'avait encore paru.

» Depuis, la tache s'est étendue sur la rive droite du fleuve, c'est-à-dire du même côté que MM. Chaigneau, Cahussac et Laliman.

» Y a-t-il lieu d'en faire remonter l'origine à M. Laliman plutôt qu'aux deux autres?

» Je ne suis pas assez compétent en la matière pour discuter la question, mais je dis qu'il y a à se défier, quand, sur des centaines de milliers d'hectares qui fourmillent de *Phylloxera*, avec des milliers d'observateurs intéressés et guidés par des Planchon, des Lichtenstein, des Gaston Bazile, des H. Marès et d'autres aussi habiles, le fait n'a pas été constaté, alors qu'il était si visible, comme le prouvent les feuilles de vigne couvertes de galles, envoyées à l'Académie par M. Laliman. »

« **M. Duchartre** indique cette circonstance que, d'après un article publié dans le dernier cahier du *Journal de la Société d'Horticulture de Londres*, M. Malcolm Dunn, jardinier à Powerscourt (Irlande), a vu, dans des serres, des vignes atteintes, dès 1867, d'une maladie dont il ignorait alors la nature. Bientôt la publication dans les journaux français d'articles relatifs aux vignobles atteints du *Phylloxera* ayant appelé son attention sur la cause récemment reconnue de la maladie, il a constaté la présence du *Phylloxera* tant sur les parties aériennes de ses vignes que sur leurs racines. L'état de ses vignes forcées s'étant considérablement aggravé en peu de temps, il a

essayé de combattre le mal par l'application de matières diverses, dont aucune ne lui a donné de bons résultats. Il a essayé enfin un traitement qui a parfaitement réussi. En hiver, pendant le repos de la végétation, après avoir taillé très-court ses pieds de vigne et en avoir nettoyé, avec le plus grand soin, les parties aériennes, il les a déplantés; il a supprimé toutes les racines qui étaient altérées et déformées; il a lavé et brossé rigoureusement tout le reste; après quoi, il les a replantés en prenant des précautions minutieuses pour empêcher que la terre dans laquelle il refaisait sa plantation n'amenât une nouvelle infection. Le résultat qu'il a ainsi obtenu a été de tous points satisfaisant, et depuis cette époque ses treilles sont restées en très-bon état sans présenter un seul *Phylloxera*, ni sur les racines, ni sur les organes aériens. »

« M. **Chasles** présente à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, les cinq numéros du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche* de novembre et décembre 1871, janvier, février et mars 1872.

» Le Cahier de novembre contient d'abord le *Calculus Victorii* reproduit par M. G. Friedlein, d'après un manuscrit de la Bibliothèque du Vatican. Ce calcul consiste en une courte préface de l'Auteur suivie de Tables arithmétiques relatives aux fractions romaines (1). Nous citerons ensuite un article de M. H. Martin, notre confrère de l'Académie des Inscriptions, relatif à l'*Optique* de Ptolémée, traduite en latin par Eugenius Ammiratus. Caussin avait mis en doute que cet ouvrage fût de l'Auteur de l'*Almageste*. M. H. Martin réfute les objections produites à ce sujet, et conclut que l'ouvrage est bien de l'astronome grec, et même n'est pas une de ses œuvres les moins estimables. Au sujet de cette dissertation, M. le prince Boncompagni, dans une Note fort étendue, décrit treize manuscrits de cette traduction, et indique diverses parties de cet ouvrage qui ont été reproduites ou citées par de Humboldt, Delambre, Venturi, Caussin de Perceval.

» Le Cahier de décembre renferme un article de M. F. Jacoli sur une édition très-rare du *Tractatus proportionum* d'Albert de Saxe (Bologne, 1506), et une Note de M. Boncompagni faisant connaître dix éditions de cet ou-

---

(1) Cette publication confirme l'opinion que j'ai développée devant l'Académie (séance du 27 mai 1867. *Recherche des traces anciennes du système de l'Abacus. Calcul de Victorius et Commentaire d'Abbon* (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 1059-1067).

vrage, dont une, faite à Paris (sans date), est restée inconnue aux bibliographes, bien qu'il s'en trouve deux exemplaires dans notre Bibliothèque Mazarine (nos 4621 et 5754), que cite M. Boncompagni.

» Les Cahiers de janvier et février 1872 sont consacrés en grande partie à une traduction en italien, par M. G. B. Biadego, du savant et intéressant ouvrage de M. Cantor, intitulé *Euclide et son siècle,* édité en allemand (Leipzig, 1867, in-8°). Le numéro de février se termine, comme plusieurs des Cahiers précédents, par une indication très-détaillée du contenu de toutes les publications scientifiques (mathématiques et physiques) les plus récentes.

» Dans le Cahier de mars, M. H. Martin se livre à une très-érudite dissertation intitulée *Hypothèse astronomique de Pythagore*. C'est un extrait d'un ouvrage encore inédit qui aura pour titre : *Histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et les Romains*. Nous citerons la conclusion de l'auteur :

« En introduisant en Grèce la notion de la sphéricité de la Terre et des mouvements propres des planètes, d'occident en orient, suivant des cercles obliques à l'équateur céleste, Pythagore et ses premiers disciples ont fait faire un grand pas aux notions astronomiques des Grecs. Cette gloire leur appartient; on ne pourrait que la compromettre en leur attribuant des mérites et des inventions qui ne leur appartiennent pas. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'aspect du Soleil vers le 9 août.* Note de **M. J. Capello.**

« Lisbonne, 5 septembre 1872.

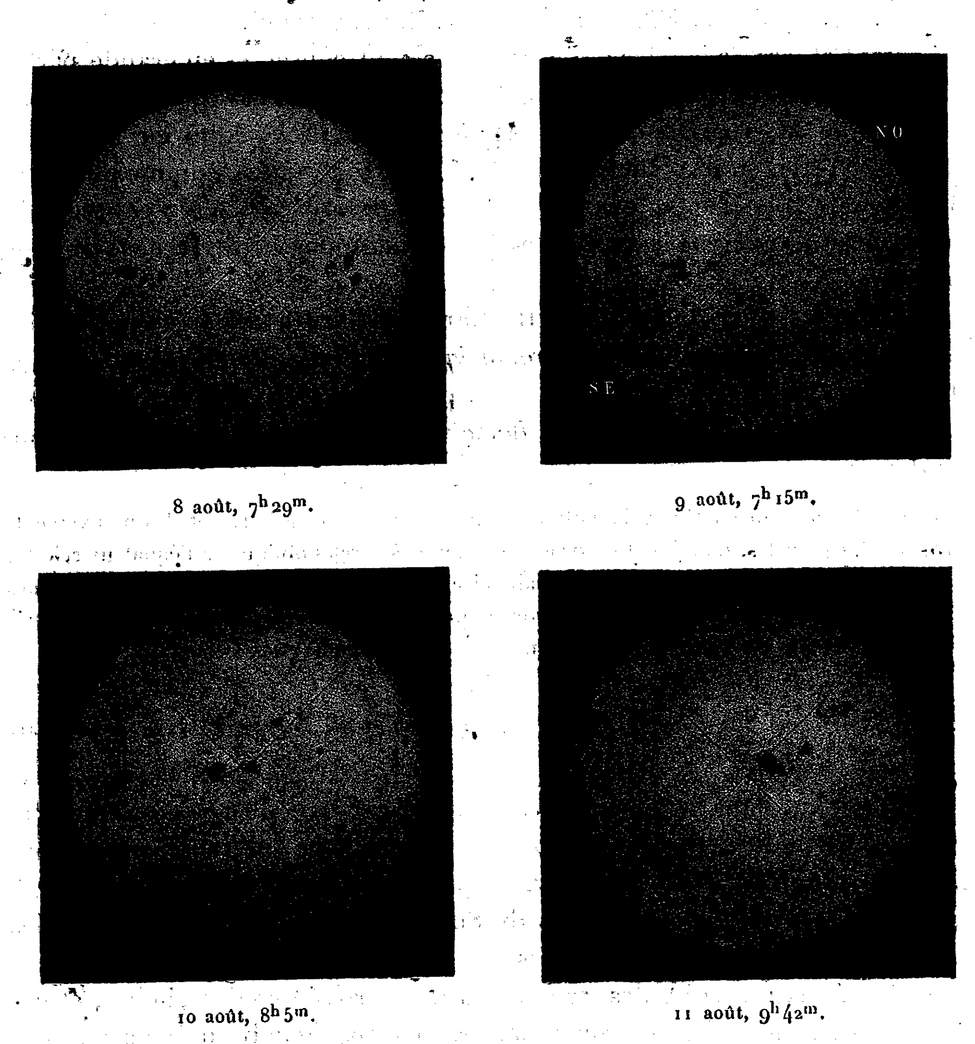
« Ayant vu, dans les *Comptes rendus* de l'Académie du 19 août, une gravure représentant le disque du Soleil le 9 août, jour qui a suivi une aurore boréale, croquis de M. A. Chew, je prends la liberté de vous envoyer les épreuves positives des clichés du Soleil des 8, 9, 10 et 11 août, où les taches sont fidèlement représentées.

» Ces épreuves sont des représentations grossières des clichés, et ces derniers eux-mêmes ne se recommandent pas par leur beauté; ils sont cependant très-exacts, et l'on peut y faire une étude sérieuse sur les grandeurs, variations et mouvements propres des taches.

» Ces quatre clichés appartiennent à une série obtenue dans notre Observatoire : depuis le 19 août jusqu'au 1er septembre, nous possédons les clichés du Soleil de tous les jours.

» Les lignes en croix sont les images des fils d'araignée sur le foyer de l'amplificateur; tous les jours on détermine leur position par la méthode de M. Carrington.

» Le fil nord-ouest-sud-est, dans ces quatre clichés, fait, avec le cercle de déclinaison, un angle de 44°46′.



8 août, $7^h 29^m$. — 9 août, $7^h 15^m$. — 10 août, $8^h 5^m$. — 11 août, $9^h 42^m$.

» Dans l'épreuve du 8 août, on ne voit trace de taches au nord-ouest du grand groupe, mais, dans celle du 9, on voit déjà bien trois petits points, un peu au nord du centre; le 10, un de ces points est déjà une tache assez grande, et le 11 ce groupe a subi de grandes transformations, et il se montre en forme de couronne. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 septembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Observations de Poulkova, publiées par M. O. STRUVE; vol. IV. *Observations faites au cercle vertical*. Saint-Pétersbourg, impr. de l'Académie impériale des Sciences, 1872; 1 vol. in-4°.

La dynamite et la nitroglycérine; par P. CHAMPION. Paris, J. Baudry, 1872; 1 vol. in-12.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. IV, novembre, dicembre 1871; t. V, gennaio, febbraio, marzo 1872. Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1871-1872; 4 liv. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 SEPTEMBRE 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. CHEVREUL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT fait connaître à l'Académie les noms des Membres de la Commission du Système métrique, nouvellement arrivés, qui assistent à la séance :

MM. STAMKART et BOSSCHA, pour les Pays-Bas;

M. CHISHOLM, pour l'Angleterre;

M. le général IBANEZ, pour l'Espagne;

MM. LANG et HERR, pour l'Autriche.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la démonstration de la formule qui représente l'action élémentaire de deux courants.* Note de **M. J. BERTRAND.**

« Les physiciens, aussi bien que les géomètres, ont admiré avec grande raison le choix ingénieux des expériences dont Ampère a su déduire la loi des attractions électrodynamiques. Trois cas d'équilibre, rigoureusement établis, entraînent comme conséquence nécessaire la loi d'attraction élémentaire, devenue aujourd'hui classique. On a cherché, il est vrai, à remplacer la troisième expérience par une autre, de réalisation plus facile, et Ampère lui-même s'y est appliqué plusieurs fois; mais les deux premiers cas d'équilibre ont été pris constamment pour point de départ. Il semble difficile,

en effet, d'obtenir plus d'élégance et de simplicité dans les expériences, et plus de netteté dans la théorie qui en résulte. Mais ces deux lois expérimentales, découvertes par Ampère indépendamment l'une de l'autre, ne sont pas distinctes en réalité, comme on l'a cru jusqu'ici. La première est la conséquence nécessaire de la seconde; et, quand celle-ci est érigée en principe général, on peut, par le raisonnement seul, sans recourir à aucune expérience, démontrer la nécessité de l'autre.

» Le développement de cette remarque est le but principal de cette Note; il n'en résulte aucune modification nécessaire de la théorie d'Ampère, mais seulement l'appréciation différente d'une expérience élégante, qui reste très-précieuse comme vérification de la théorie dont elle cesse de former une des bases.

» Le premier théorème, démontré expérimentalement par Ampère, consiste en ce que deux courants de mêmes extrémités, et toujours très-voisins l'un de l'autre, exercent la même action sur un conducteur mobile, quelles que soient les sinuosités de la route parcourue par l'un d'eux.

» D'après le second théorème, l'action exercée par un conducteur fermé quelconque sur un élément est normale à cet élément.

» Sans rappeler ici les expériences à l'aide desquelles Ampère établit ces deux propositions fondamentales, je veux prouver que la première est inutile, en présence de la seconde qui la renferme implicitement. Cette seconde proposition, en effet, appliquée à un contour fermé infiniment petit, semble au premier abord en contradiction avec le *postulatum* d'Ampère, d'après lequel l'action de deux éléments s'exerce suivant la ligne droite qui les joint. L'action d'un contour fermé infiniment petit sur un élément placé à distance finie est, en effet, la résultante de forces dont la direction diffère infiniment peu. Comment leur résultante peut-elle avoir une direction différente, et ne pas s'exercer suivant la droite qui joint l'élément attiré au contour infiniment petit qui l'attire? Il n'en peut être ainsi évidemment que si la somme des forces attractives diffère infiniment peu de celle des forces répulsives, c'est-à-dire si la somme algébrique de toutes les forces est infiniment petite, par rapport au produit de l'élément attiré par le périmètre total du contour attirant. Si donc on partage le circuit fermé AMBM'A en deux parties, AMB et BM'A, les actions de ces deux parties, toutes deux dirigées suivant la ligne droite qui les réunit à l'élément attiré, sont égales et de signes contraires, si l'on néglige une partie infiniment petite de chacune d'elles; ou, ce qui revient au même, si deux points infiniment voisins A et B sont réunis par deux conducteurs diffé-

rents, AMB et AM'B, allant l'un et l'autre de A vers B, les actions sont les mêmes, et les mêmes toutes deux que celles d'un conducteur rectiligne AB allant de A vers B; car la ligne droite est évidemment l'une des formes que l'on peut donner à AMB. Or cette dernière proposition équivaut évidemment au premier théorème d'Ampère, et c'est sous cette forme même qu'il l'introduit dans ses raisonnements.

» Soient x, y, z, x', y', z' les coordonnées de deux éléments ds, ds', d'intensité i et i', et $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}, \frac{dx'}{ds'}, \frac{dy'}{ds'}, \frac{dz'}{ds'}$ les cosinus des angles qu'ils forment avec les axes; soit

$$(1)\qquad R = ii'\,ds\,ds'\,\Phi\left(x, y, z, x', y', z', \frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}, \frac{dx'}{ds'}, \frac{dy'}{ds'}, \frac{dz'}{ds'}\right)$$

l'expression de la force d'attraction qui s'exerce entre ces deux éléments. Si, ds restant fixe, ds' est successivement remplacé par chacun des éléments d'un contour fermé infiniment petit, la somme des valeurs de R doit être infiniment petite par rapport au produit $ds'\int ds$. Il doit en être de même évidemment si, dans les sommations, x, y, z, qui varient infiniment peu, sont traitées comme des constantes, égales aux coordonnées d'un point fixe placé à l'intérieur du contour fermé. Mais alors les deux intégrales, pour deux contours semblables ayant ce point pour centre de similitude, sont entre elles comme les dimensions linéaires des deux contours, et la valeur ne peut être infiniment petite du second ordre, quand ces dimensions sont du premier ordre, que si elle est toujours rigoureusement nulle.

» L'expression (1), en y considérant x, y, z comme des constantes, est par conséquent une différentielle exacte, et ne peut être que de la forme

$$R = P\frac{dx}{ds} + Q\frac{dy}{ds} + R\frac{dz}{ds};$$

R, étant du premier degré par rapport à $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$, l'est nécessairement aussi par rapport à $\frac{dx'}{ds'}, \frac{dy'}{ds'}, \frac{dz'}{ds'}$, et prend par conséquent la forme

$$R = \frac{dx'}{ds'}\left(P_1\frac{dx}{ds} + Q_1\frac{dy}{ds} + R_1\frac{dz}{ds}\right) + \frac{dy'}{ds'}\left(P_2\frac{dx}{ds} + Q_2\frac{dy}{ds} + R_2\frac{dz}{ds}\right) + \frac{dz'}{ds'}\left(P_3\frac{dx}{ds} + Q_3\frac{dy}{ds} + R_3\frac{dz}{ds}\right),$$

$P_1, Q_1, R_1, P_2, Q_2, R_2, P_3, Q_3, R_3$ dépendant des coordonnées des éléments,

et nullement de leurs directions. D'un autre côté, le changement des axes ne doit pas altérer la valeur de R, et celle-ci ne peut dépendre que de la distance r des deux éléments et des angles qu'ils forment entre eux et avec la ligne qui les joint. Si l'on prend cette ligne pour axe des z, l'expression ne doit donc dépendre que des quantités r, $\frac{dz}{ds}\frac{dz'}{ds'}$ et $\frac{dx}{ds}\frac{dx'}{ds'}+\frac{dy}{ds}\frac{dy'}{ds'}+\frac{dz}{ds}\frac{dz'}{ds'}$, et l'on voit aisément qu'elle doit être pour cela de la forme

$$\Phi(r)\frac{dz}{ds}\frac{dz'}{ds'}+\Psi(r)\left(\frac{dx}{ds}\frac{dx'}{ds'}+\frac{dy}{ds}\frac{dy'}{ds'}+\frac{dz}{ds}\frac{dz'}{ds'}\right);$$

c'est-à-dire, en nommant, comme Ampère, θ et θ' les angles des deux éléments avec la droite qui joint leurs centres, et ε l'angle formé par leurs deux directions,

$$\Phi(r)\cos\theta\cos\theta'+\Psi(r)\cos\varepsilon.$$

» C'est la forme trouvée par Ampère, comme conséquence de son premier théorème. En la déduisant ici du second, nous permettons, comme nous l'avons annoncé, de diminuer le nombre des faits empruntés à l'expérience.

» La démonstration s'achèvera, à l'aide de la troisième expérience, sans que j'aie aucun changement à proposer à celle d'Ampère. On remarquera, en outre, que je me suis affranchi de deux hypothèses introduites par Ampère, et dont l'évidence n'était pas complète : je veux parler de la suppression des actions exercées entre deux éléments, dont l'un est situé dans le plan perpendiculaire à l'autre, mené par son milieu. « Les » deux moitiés de cet élément infiniment petit doivent dans ce cas, dit » Ampère, exercer des actions égales et contraires », et il invoque pour le prouver une règle générale, posée *à priori*, sur la manière de décider si une action est attractive ou répulsive. Nous sommes dispensés, on le voit, d'établir cette règle et de l'étendre aux actions élémentaires. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination immédiate, par le principe de correspondance, du nombre des points d'intersection de deux courbes d'ordre quelconque, qui se trouvent à distance finie; par* M. CHASLES.

« Cette question n'est autre que celle de déterminer, en algèbre, le nombre des solutions de deux équations à deux inconnues, ce qui exige des calculs parfois compliqués. Les considérations géométriques auxquelles se prête le principe de correspondance (qui s'applique de même directement

à la question algébrique) évitent ces calculs et conduisent à une expression fort simple du nombre cherché.

» Il suffit de démontrer d'abord ce théorème fondamental de la Géométrie analytique, que le nombre des points, réels ou imaginaires, communs à deux courbes géométriques quelconques d'ordre p et p', est toujours pp'. C'est à la démonstration immédiate de ce théorème, qui a offert pendant longtemps des difficultés (*), que se prête le principe de correspondance (de deux manières); et même la simple définition des courbes géométriques d'être rencontrées toujours en un même nombre de points, réels ou imaginaires, par une droite quelconque, suffit, sans qu'on ait à se servir des équations des courbes.

» THÉORÈME I. — *Deux courbes d'ordre* p *et* p' *ont toujours* pp' *points communs, réels ou imaginaires.*

» Prenons deux points fixes quelconques, I et O. Une droite IX rencontre la première courbe en p points α; les droites menées de ces points au point O rencontrent la deuxième courbe en pp' points α'; par ceux-ci on mène pp' droites IU. Ces pp' droites correspondent à IX. De même, à une droite IU, qui rencontre la deuxième courbe en p' points, correspondent $p'p$ droites IX. Il existe donc $2pp'$ droites IX qui coïncident chacune avec une droite correspondante IU. pp' de ces droites sont coïncidentes avec la droite IO, et n'appartiennent pas à des points communs aux deux courbes; mais chacune des pp' autres droites passe par un point α de la première courbe coïncidant nécessairement avec un des points α' de la deuxième courbe situés sur la droite αO. Le théorème est donc démontré.

» Les points multiples ou les points de contact que peuvent avoir les deux courbes ne modifient en rien la démonstration; de sorte que le résultat pp' est général.

» *Observation.* — Si les deux courbes avaient un point commun sur la droite IO, ce point servirait, comme les autres, à former le nombre pp' des solutions étrangères; mais, néanmoins, il compterait aussi dans le nombre

---

(*) « La vérité de cette proposition, disait Euler, est reconnue de tous les géomètres, » quoiqu'on doive avouer qu'on n'en trouve nulle part une démonstration assez rigoureuse. » (Voir *Mémoires de l'Académie de Berlin*, de 1748; *Démonstration sur le nombre des points où deux lignes des ordres quelconques peuvent se couper*, p. 233-248). Cramer dit bientôt après : « La règle qui détermine ce nombre est très-importante dans la théorie des » courbes; plusieurs grands géomètres l'ont supposée, mais personne, que je sache, n'en a » donné la démonstration. » (*Introduction à l'analyse des lignes courbes algébriques;* Genève, 1750, p. XIII.)

des points d'intersection des deux courbes; car une droite IX, infiniment voisine de IO, donnerait lieu alors à une droite correspondante IU, infiniment peu différente de IX, et conséquemment faisant, à la limite, une coïncidence. Mais, du reste, on peut prendre les deux points I, O sur une droite qui ne passe pas par un point commun aux deux courbes : ce qui justifie notre raisonnement.

» THÉORÈME II. — *Lorsque deux courbes d'ordre* p *et* p' *sont représentées par les deux équations*

$$(x^m, y^n)^p = 0, \quad (x^{m'}, y^{n'})^{p'} = 0$$

de degrés p *et* p', *dans lesquelles les puissances supérieures de* x *et* y *sont* m, n *et* m', n', *le nombre de leurs points d'intersection, situés à distance finie, est*

$$pp' - (p-m)(p'-m') - (p-n)(p'-n') - \omega,$$

ω étant le nombre des points d'intersection des deux courbes qui peuvent se trouver à l'infini, autres que ceux qui s'y trouvent sur les axes coordonnés, en nombre (p — m) (p' — m') + (p — n) (p' — n').

» *Démonstration.* — Le nombre total des points d'intersection des deux courbes étant pp' (théorème I), il suffit d'en retrancher leurs points communs situés à l'infini. Au nombre de ces points s'en trouvent évidemment $(p-n)(p'-n')$ sur l'axe Ox, et $(p-m)(p'-m')$ sur l'axe Oy. Donc, si les deux courbes ont à l'infini ω autres points, le nombre de leurs points à distance finie se réduit à

$$pp' - (p-m)(p'-m') - (p-n)(p'-n') - \omega \ (^*).$$

C. Q. F. D.

» La question se réduit donc à déterminer le nombre ω des points communs aux deux courbes, qui peuvent se trouver sur la droite de l'infini, autres que ceux qui sont représentés par $[(p-m)(p'-m')+(p-n)(p'-n')]$. Or cela se fait sans difficulté. L'équation de chaque courbe fait connaître,

---

(*) L'expression incomplète $pp' - (p-m)(p'-m') - (p-n)(p'-n')$ a été donnée par Bezout dans sa *Théorie générale des équations algébriques*, 1769. Il dit que, si $p = m$ et $p' = m'$, elle devient $pp' - (p-n)(p'-n')$, et que c'est là le cas où se réduit tout ce qu'on a su jusqu'alors (*voir* p. 45). Néanmoins on cite constamment le terme pp' comme constituant le théorème de Bezout, c'est-à-dire la limite du degré de l'équation finale résultant de l'élimination d'une inconnue, qu'il aurait donnée, quand, en réalité, il a donné une limite très-inférieure, que l'on devrait citer, d'autant plus qu'il ne s'est pas borné au cas de deux équations à deux inconnues, et qu'il a traité la question dans sa généralité, ce qui constitue le grand mérite de l'Ouvrage de Bezout.

par une équation en $\frac{y}{x}$ qu'on pose immédiatement, le nombre et la direction des points de la courbe qui se trouvent à l'infini, ainsi que les tangentes en ces points. Ces deux choses, les points et leurs tangentes, sont les éléments principaux de la question.

» Deux points des deux courbes situés dans une même direction $\left(\text{déterminée par une même valeur de } \frac{y}{x}\right)$ sont deux points coïncidents, puisqu'ils sont à l'infini sur deux droites parallèles : ils comptent donc pour 1 dans le nombre ω. Mais si les courbes ont en ce point la même tangente, elles ont deux points communs; le point compte donc pour 2. Si l'une des courbes a un point double, il compte aussi pour 2, et de même pour les points multiples d'ordres élevés. Si les deux courbes ont une tangente commune en leurs points multiples coïncidents, cette tangente ajoute une unité au produit des ordres de multiplicité.

» Il peut entrer aussi dans le nombre ω des points situés sur les axes coordonnés Ox, Oy, soit que les courbes aient un contact commun sur un de ces axes en son point de l'infini, lequel pourra être un contact avec la droite de l'infini elle-même, au même point.

» Sans chercher à énumérer les différents cas que peuvent présenter les conditions de contact des deux courbes, je vais donner quelques exemples variés dans lesquels se trouvera toujours une vérification du résultat.

» Voici l'indication du sujet de chacun de ces exemples :

» I. Les deux courbes ont un point d'intersection sur la droite de l'infini $\omega = 1$.

» II. Les deux courbes ont deux points communs à l'infini, dont un est un point d'intersection et l'autre un point de contact : $\omega = 1 + 2 = 3$.

» II *bis*. Les deux courbes ont deux points de contact à l'infini : $\omega = 4$.

» III. Les deux courbes ont un point de contact à l'infini, et leur tangente commune est la droite de l'infini : $\omega = 2$.

» IV. Les deux courbes ont un point de contact avec la droite de l'infini sur l'axe Ox : $\omega = 1$.

» IV *bis*. Les deux courbes ont trois points de contact à l'infini, dont deux sont sur les axes Ox, Oy : $\omega = 2 + 1 + 1 = 4$.

» V. La première courbe a un point d'inflexion à l'infini; la seconde courbe lui est tangente en ce point : $\omega = 2$.

» VI. La première courbe a un point double à l'infini; la seconde courbe passe par ce point : $\omega = 2$.

» VII. La première courbe a un point double à l'infini; la seconde

courbe passe par ce point et est tangente à l'une des deux branches : $\omega = 3$.

» VIII. Les deux courbes ont chacune un point double en un même point de l'infini, et ont les mêmes tangentes en ce point : $\omega = 6$.

» IX. La première courbe a un point triple et la seconde un point double en un même point de l'infini ; les deux courbes ont deux tangentes communes en ce point; en outre, elles ont un autre point de contact à l'infini sur l'axe Ox : $\omega = 8 + 1 = 9$.

» X. Exemple pris du Mémoire de M. Minding : $\omega = 0$.

» XI. Du même : $\omega = 0$.

» XII. Autre exemple de M. Minding où $\omega = 1 + 2 = 3$.

» *Exemples.* — Faisons $N = pp' - (p-m)(p'-m') - (p-n)(p'-n')$; le nombre cherché sera $N - \omega$.

» Soient les courbes :

» I.
$$y^3 - 2y^2x + yx - 1 = 0,$$
$$y^2 - 2yx - y - 2x + 2 = 0.$$

» $N = 6 - 2 = 4$. Les courbes ont un point commun à l'infini dans la direction de la droite $y = 2x$. Leurs tangentes en ce point ne coïncident pas; ainsi $\omega = 1$, et $N - \omega = 3$. Les deux courbes ont donc trois points d'intersection à distance finie. Effectivement l'équation finale en y est $5y^3 - 3y^2 - 2 = 0$.

» II.
$$y^3 - 7xy^2 + 14x^2y - 8x^3 + 7y^2 - 30xy + 20x^2 + 7y + 13x - 15 = 0.$$
$$y^2 - 6xy + 8x^2 + 4y - 12x + 5 = 0.$$

» $N = 6$. Les courbes ont deux points communs à l'infini, dans les directions des droites $y = 2x$, $y = 4x$; le premier est un point d'intersection, et le second un point de contact du premier ordre; la tangente commune a pour équation $y = 4x - 2$; donc $\omega = 1 + 2$, et $N = 3$. Donc les courbes ont trois points d'intersection à distance finie, ce qui s'accorde avec le résultat de M. Magnus, de qui cet exemple est emprunté (*Journal de Crelle*, 1843; t. XXVI, p. 366; *Zur Eliminationstheorie*).

» II *bis*.
$$2y^3 - 2x^2y + y^2 - 2xy + 3x^2 = 0.$$
$$y^3 - x^2y + 3y^2 - xy - x^2 = 0.$$

» $N = 9 - 1 = 8$. Les deux courbes ont deux points de contact à

l'infini; leurs tangentes en ces points ont pour équations $y = x - \frac{1}{2}$, $y = -x - \frac{3}{2}$. Donc $\omega = 4$; $N - 4 = 4$. Ainsi les deux courbes ont quatre points communs à distance finie; ces quatre points coïncident à l'origine des coordonnées où les courbes ont chacune un point double.

» III.
$$x^3 + 2x^2y + y^2x + 3y^2 + y = 0.$$
$$x^2 + 2xy + y^2 + x - y = 0.$$

» $N = 6$. Les deux courbes ont un point de contact à l'infini, dans la direction de la droite $y = -x$; leur tangente en ce point est la droite de l'infini : $\omega = 2$ et $N - \omega = 4$. Les courbes ont donc quatre points d'intersection à distance finie. L'un est l'origine des coordonnées; les trois autres sont déterminés par l'équation $y^3 + 6y^2 + 6y + 1 = 0$.

» III *bis*.
$$y^2x - 2y^2 + 3xy + x^2 = 0.$$
$$y^2 - x + 0.$$

» $N = 6 - 1 = 5$. Les deux courbes ont un point de contact avec la droite de l'infini sur l'axe Ox : $\omega = 1$, $N - 1 = 4$. Ainsi les deux courbes ont quatre points d'intersection à distance finie. Deux de ces points sont à l'origine des coordonnées, où la cubique a un point double; les deux autres sont déterminés par l'équation finale $2y^2 + 3y - 2 = 0$.

» IV.
$$y^2x - 2yx^2 + 2y + x = 0.$$
$$2y^2x - 4yx^2 + y + 3x = 0.$$

» $N = 9 - 2 = 7$. Les deux courbes ont trois tangentes communes en trois points de l'infini; l'une est la droite $y = 2x$, et les deux autres sont les axes Ox, Oy : $\omega = 2 + 1 + 1 = 4$. Les courbes ont donc $N - 4 = 3$ points d'intersection à distance finie. L'un de ces points est en O; les deux autres sont déterminés par les équations finales $3y^2 - 1 = 0$, $x^2 - 3 = 0$.

» V.
$$y^3 + x^3 - 3ayx = 0.$$
$$y^2 + yx + ax = 0.$$

» $N = 6$. La première courbe a un point d'inflexion à l'infini dans la direction de la droite $y = -x$; la tangente en ce point a pour équation $y = -x - a$. La seconde courbe passe par le même point et a la même tangente. Donc $\omega = 2$ et $N - \omega = 4$. Ainsi les deux courbes ont quatre points d'intersection à distance finie. Deux de ces points sont à l'origine des coordonnées, où la première courbe a un point double; les deux autres sont déterminés par l'équation finale $2x^2 - 3ax + 16a^2 = 0$.

» VI. $y^3 - 3y^2x + 3yx^2 - x^3 + y^2 - x^2 + 3y - x = 0.$
$y^2 - 3yx + 2x^2 + y = 0.$

» $N = 6$. La première courbe a un point double à l'infini, dans la direction de la droite $y = x$: les tangentes en ce point sont la droite $y = x - 1$ et la droite de l'infini. La deuxième courbe passe par le même point, et sa tangente est la droite $y = x + 1$. Les deux courbes ont donc deux points communs : $\omega = 2$, $N - \omega = 4$. Les courbes ont quatre points d'intersection à distance finie, dont un est à l'origine des coordonnées, et les trois autres sont déterminés par l'équation $4x^3 - 3x^2 + 12x + 3 = 0$.

» VII. $y^3 - 3y^2x + 3yx^2 - x^3 + y^2 - x^2 - 3y + x = 0.$
$y^2 - 3yx + 2x^2 + y = 0.$

» $N = 6$. La première courbe a un point double à l'infini dans la direction de la droite $y = x$; les tangentes en ce point sont la droite de l'infini et la droite $y = x + 1$. La deuxième courbe passe par ce point et a la même tangente, ce qui fait trois points communs aux deux courbes; ainsi $\omega = 3$, $N - \omega = 6 - 3 = 3$, et les courbes ont trois points d'intersection à distance finie. L'un de ces points est l'origine des coordonnées; les deux autres sont déterminés par l'équation finale $3x^2 + 7x + 3 = 0$.

VIII. $y^2x - 2x^2y + x^3 + y^2 - 5xy + 4x^2 + 2y = 0.$
$2y^2x - 4x^2y + 2x^3 - y^2 + 5x^2 + 4y = 0.$

$N = 9 - 1 = 8$. Les deux courbes ont chacune un point double en un même point de l'infini, dans la direction de la droite $y = x$, et ont les mêmes tangentes en ce point, lesquelles ont pour équations

$$y = x + 1, \quad y = x + 2.$$

Ce qui fait six points communs à l'infini : $\omega = 6$ et $N - \omega = 2$. Ainsi les deux courbes n'ont que deux points d'intersection à distance finie. Ces points sont à l'origine des coordonnées, où les deux courbes sont tangentes à l'axe Ox.

» IX. $x(y - x)^3 - (3y + 4x)(y - x) + 6y = 0,$
$x(y - x)^2 - 3x(y - x) + 2y = 0.$

» $N = 12 - 1 = 11$. La première courbe a un point triple à l'infini, dans la direction de la droite $y = x$; les tangentes en ce point ont pour

équations

$$y = x + 1,\quad y = x + 2,\quad y = x + 3.$$

La courbe est tangente à l'axe Oy, à l'infini.

» La deuxième courbe est aussi tangente à cet axe en ce point, et a un point double coïncidant avec le point triple de la première; en outre, ses deux branches sont tangentes à deux branches de celle-ci : ce qui fait huit points communs aux deux courbes, et un neuvième au point de contact sur l'axe Oy; ainsi $\omega = 9$ et $N - \omega = 2$. Les courbes n'ont donc que deux points communs à distance finie. Ces deux points coïncident à l'origine des coordonnées où les deux courbes sont tangentes à l'axe Ox.

» X. $(x, 2)y^4 + (x, 4)y^2 + (x, 5)y + (x, 2)y^3 + (x, 5) = 0.$

$(x, 8)y^5 + (x, 9)y^3 + (x, 6)y^4 + (x, 4)y^2 + (x, 3)y + (x, 4) = 0.$

(x, α) désigne un polynôme quelconque en x du degré α (*). On ne peut déterminer que N. On a $N = 6.13 - 1.4 - 2.8 = 78 - 20 = 58$, quels que soient les polynômes; ce qui s'accorde avec la formule de M. Minding, qui donne $4.8 + \frac{11}{2} + \frac{11}{2} + 5 + 5 + 5 = 4.8 + 11 + 15 = 58$.

» La première courbe a trois points à l'infini, autres que les trois qui s'y trouvent aux extrémités des axes coordonnés; et la seconde courbe n'en a qu'un, lequel se trouve infiniment voisin de l'axe des x, dû à ce que la courbe est tangente en ce point à la droite de l'infini. De sorte que les deux courbes n'auront pas de points communs s'exprimant par $x = \infty$, $y = \infty$, quels que soient les polynômes multiplicateurs des puissances de y. Mais elles pourront en avoir aux extrémités des axes coordonnés, s'exprimant par $y = 0$, $x = \infty$, ou bien $x = 0$, $y = \infty$, selon ce que seront les polynômes.

» XI. $bx^2y^4 + ay^4 + gx^3y + exy^2 + lx^3 + cy^2 + kx^2 + h = 0.$

$\beta x^5y^2 + \mu x^4 + \delta x^2y + \gamma y + \lambda = 0.$

» $N = 42 - 16 = 26$. La première courbe n'a qu'un point à l'infini, autre que les cinq qui s'y trouvent aux extrémités des deux axes coordonnés, et la seconde courbe n'en a aucun; en outre, les deux courbes n'ont pas de contact sur les axes Ox, Oy. Donc $\omega = 0$, et les deux courbes ont

(*) Exemple donné par M. Minding dans son *Mémoire sur le degré de l'équation finale qui résulte de l'élimination* (*Journal de Crelle*, t. XXII, 1841, p. 178, reproduit dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, t. VI, 1841, p. 412-418).

leurs vingt-six points d'intersection à distance finie; ce qui s'accorde avec le résultat de M. Minding.

» XII. $$bx^2y^4 + gx^3y + exy^2 + fy^2 + kx^2 + h = 0.$$
$$6x^5y^2 + \mu x^4 + \delta x^2 y + \gamma y + \lambda = 0.$$

» $N = 42 - 6 - 10 = 26$. Ces équations sont les mêmes que les précédentes, où l'on a fait $a = 0$ et $l = 0$ dans la première.

» La première courbe a l'axe Ox pour asymptote, et l'axe Oy pour asymptote double; en d'autres termes, la courbe a deux points à l'infini sur Ox, et trois points à l'infini sur Oy.

» La seconde courbe a une asymptote double coïncidant avec Ox, et cinq asymptotes coïncidant avec Oy. Ainsi les deux courbes ont un point de contact (c'est-à-dire deux points consécutifs) à l'infini sur l'axe Ox, et un contact double (trois points consécutifs) à l'infini sur l'axe Oy; ce qui fait $\omega = 1 + 2 = 3$, $N - \omega = 23$. Ainsi les deux courbes ont vingt-trois points communs à distance finie.

» Les trois points qui entrent dans ω forment trois couples de solutions des deux équations, savoir :

$$y = 0,\ x = \infty; \quad x = 0,\ y = \infty; \quad x = 0,\ y = \infty.$$

Ce résultat s'accorde avec la méthode analytique de M. Minding. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur la stabilité des couleurs fixées sur les étoffes en général et sur la soie en particulier*; par **M. Chevreul.**

« Il y a douze ans, lorsque les matières colorantes dérivées de l'aniline commencèrent à devenir industrielles dans les ateliers de teinture, j'exposai à l'Académie mes idées sur la conséquence fâcheuse, pour l'industrie et le commerce de la France, que pourrait avoir l'usage de matières colorantes douées pour la plupart d'une supériorité marquée, quant à l'éclat et à la facilité de leur application sur les étoffes, comparativement avec les matières colorantes habituellement employées pour les couleurs dites de *grand* ou de bon *teint*.

» A l'époque que je rappelle, j'exposai dans les *Comptes rendus* une suite de propositions qui n'étaient que les conclusions de séries d'expériences nombreuses et précises faites avec l'intention d'évaluer la stabilité des matières colorantes nouvelles avec celle des matières employées auparavant.

» Après avoir montré par des chiffres le peu de stabilité des produits tinctoriaux nouveaux, je traitai la question au point de vue de la liberté du commerce et de l'industrie d'une part, et d'une autre part au point de vue du consommateur.

» Je résume ici ma conclusion, en invitant les personnes intéressées à lire l'ensemble de mes vues dans les *Comptes rendus*, ensemble qui ne comprend pas moins d'une trentaine de pages, et dont la Note suivante donne l'indication (1).

» Je prouve avant toute discussion que, si les anciens règlements concernant l'industrie et le commerce des étoffes teintes donnaient au consommateur une garantie parfaite sur les étoffes qu'il achetait, garantie qui n'existe pas dans l'état actuel des choses, je me garde bien de vouloir les faire revivre. Loin de là, je démontre par mes propres expériences en quoi ces règlements étaient défectueux au point de vue de la distinction même des *étoffes de grand et de petit teint* sur laquelle ils reposaient.

» Je conclus donc ainsi (2) :

« Il n'y a d'autre principe possible en matière d'industrie, dans l'état actuel de la société, que le principe de la *liberté*.

» Mais le mot *liberté* n'a de sens qu'à la condition d'être défini par la loi : sans cela, celui qui prétendrait en user en dehors de ce que la loi prescrit s'arrogerait un *pouvoir despotique*, la faculté de faire ce qu'il voudrait, c'est-à-dire le *droit du plus fort*, ou plutôt prétendrait à *l'abus de la force*. »

» Voyons aujourd'hui, 30 de septembre 1872, si, à partir du 18 de juillet 1860, je n'étais pas fondé à appeler l'attention des autorités compétentes sur des faits dont je prévoyais la gravité à l'égard de l'industrie et du commerce français.

» Pour justifier mes prévisions, il me suffira de citer le fait qui se produit actuellement.

» M. M..., fabricant d'étoffes de Lyon destinées à l'ameublement, est à la tête d'une maison de Paris dont la clientèle est aussi riche que distinguée.

» Tout récemment, une tenture de damas, d'une couleur verte rabattue par du noir, a été mise en place dans le cabinet de travail d'un riche banquier, alors absent de Paris. Quelques jours après la pose de la tenture, on a reconnu une altération profonde de couleur dans une portière. M. M... s'est plaint au teinturier de Lyon, qui n'a pas hésité à attribuer la cause de

---

(1) *Comptes rendus*, t. LI, p. 73, et t. LII, 825, 885, 937, 981.

(2) *Comptes rendus* de la séance du 6 de mai 1861, t. LII, p. 889.

l'accident à l'éclairage au gaz. M. M... est venu me consulter et m'a laissé un échantillon du damas, que je mets sous les yeux de l'Académie.

» Rappelons d'abord ce qu'est un damas de soie : il se compose de *satin* et de *taffetas* produits de deux modes de tissage appelés *armures*.

» Dans le *satin*, l'œil ne voit qu'un des éléments de l'étoffe : il est dit *par la chaîne* ou par la *trame*, suivant l'élément visible.

» Selon les points d'où il est vu, il présente l'opposition la plus grande qu'une étoffe monochrome puisse présenter, quant au *clair* et à l'*ombre*.

» Dans le *taffetas*, l'œil voit à la fois la chaîne et la trame, et, aux points de vue où le *satin* présente la plus grande opposition du clair à l'ombre, le taffetas montre une opposition incomparablement moindre.

» Ces faits rappelés, le damas dont il s'agissait de déterminer la couleur a été placé verticalement à 3 mètres d'une croisée recevant une lumière vive, mais diffuse, et dans cette position on a déterminé la couleur du *satin* vu quand il paraît *clair* et quand il paraît *ombré;* le taffetas a été soumis au même examen (tableau ci-contre).

» En soixante-douze heures :

» Le *satin*, du 1 jaune vert $\frac{7}{10}$, a passé successivement par cinq gammes, à savoir :

Le jaune vert $\frac{7}{10}$,
Le 5 jaune *id.*,
Le 4 jaune *id.*,
Le 3 jaune *id.*,
Le 2 jaune *id.*

» Le *taffetas*, du jaune vert $\frac{7}{10}$, a passé successivement par quatre gammes, à savoir :

Le 2 jaune vert $\frac{7}{10}$,
Le 1 jaune vert *id.*,
Le jaune vert *id.*,
Le 5 jaune *id.*

» Et, dix-huit jours après, le *satin* avait passé par

Le 1 jaune $\frac{7}{10}$,
Le jaune *id.*,
Le 5 orangé-jaune *id.*

» Et le taffetas par les gammes :

Le 4 jaune $\frac{8}{10}$,
Le 3 jaune *id.*,
Le 2 jaune *id.*,
Le 1 jaune *id.*,
Le jaune *id.*

DÉSIGNATION. DAMAS.		Au moment de l'exposition, le 7 de septembre à 2 heures de l'après-midi.	Le 10 de septembre, à 2 heures, après soixante-douze heures.	Le 12 de septembre, à 2 heures de l'après-midi.	Le 14 de septembre, à 2 heures de l'après-midi.
Satin..	clair......	1 jaune vert $\frac{7}{10}$ 9,5 ton.	2 jaune $\frac{7}{10}$ 9 ton.	2 jaune $\frac{7}{10}$ 9 ton.	entre le 2 et le 1 jaune $\frac{7}{10}$ 9 ton.
	ombré....	——— 14 ton.	——— 13 ton.	——— 11 ton.	——— 11 ton.
Taffetas	clair......	3 jaune vert $\frac{8}{10}$ 10 ton.	5 jaune $\frac{8}{10}$ 9,75 ton.	3 jaune $\frac{8}{10}$ 9,50 ton.	3 jaune $\frac{8}{10}$ .... 9,25 ton.
	ombré....	——— 11,5 ton.	——— 11,50 ton.	——— 10,50 ton.	——— .... 10,25 ton.

DÉSIGNATION. DAMAS.		Le 17 de septembre, à 2 heures de l'après-midi.	Le 21 de septembre, à 2 heures de l'après-midi.	Le 26 de septembre, à 2 heures de l'après-midi.	Le 29 de septembre, à 2 heures de l'après-midi.
Satin..	clair......	1 jaune $\frac{7}{10}$ 8,5 ton.	jaune $\frac{7}{10}$ 8 ton.	5 orangé jaune $\frac{7}{10}$ 7,75 ton.	5 orangé jaune $\frac{7}{10}$ 7,5 ton.
	ombré....	——— 10,5 ton.	——— 10,25 ton.	——— 10 ton.	——— 9,75 ton.
Taffetas	clair......	3 jaune $\frac{8}{10}$ 9 ton.	1 jaune $\frac{8}{10}$ 8,5 ton.	1 jaune $\frac{8}{10}$ ...... 8,25 ton.	jaune $\frac{8}{10}$ .... 7,5 ton.
	ombré....	——— 10 ton.	——— 10 ton.	——— ...... 10 ton.	——— .... 9 ton.

» En tout neuf gammes pour le satin et le taffetas.

» Maintenant, que faire pour remédier à l'état de choses que j'avais prévu.

» Il suffit que le consommateur soit éclairé sur la différence qu'il y a entre une même couleur produite par des matières colorantes qui donnent cette *couleur stable* et celles qui la donnent *plus ou moins altérable,* afin qu'il exige que l'industriel ou le commerçant soit *responsable* de ce qu'il vend.

» Dès lors, il faut que le consommateur sache, par exemple :

» 1° Que les bleus solides sont les *bleus de cuve d'indigo;* que les bleus de Prusse résistent assez bien à l'air et à la lumière, mais qu'ils ne supportent pas l'action du savon;

» 2° Que les cramoisis de cochenille et les écarlates de cochenille ou de l'ac-dye sont solides;

» 3° Que les jaunes sur soie qui ont le plus de solidité sont les jaunes de gaude.

» Etc.

» Il me semblerait nécessaire que, dans les écoles professionnelles, on fît connaître aux élèves qui se destinent au commerce des étoffes les moyens fort simples de reconnaître eux-mêmes la différence qu'il y a entre une *couleur bon teint* et la même couleur *mauvais teint,* par une instruction imprimée, et que, de plus, on les rendît témoins des expériences.

» Je croirais abuser de l'Académie et du public en entrant dans l'exposé de ces expériences, qui ne présentent aucune difficulté dans la pratique.

» Je conclus du fait précédent que, si malheureusement la fabrique de Lyon envoyait des étoffes de soie destinées à l'ameublement, d'un aussi mauvais teint que celui du damas que l'Académie a sous les yeux, dans les pays étrangers, où ces étoffes sont recherchées à cause de la *beauté* et de la *stabilité* de leurs couleurs, l'industrie nationale et particulièrement la fabrique lyonnaise seraient exposées à perdre la réputation dont elles sont en possession depuis longtemps.

» C'est cette crainte qui m'engage à rappeler encore quelques désirs que j'exprimais dans la séance de cette Académie du 6 de mai 1861 (1).

» Après avoir fait la remarque que je ne voulais rien dire des étoffes de luxe destinées à l'habillement des femmes, car les couleurs que le teinturier y a appliquées sont plus exposées à la lumière des bougies qu'à celle du soleil, et d'ailleurs la mode ne leur accorde qu'une faible durée, je disais que, quand le teinturier passe des soies dans un bain aiguisé

(1) *Comptes rendus*, t. LII, p. 890.

d'acide sulfurique, il devait les laver de manière à ne pas y laisser d'acide, qui plus tard devient une cause d'altération.

» Je disais qu'on ne chargeât pas trop d'acide huileux les noirs que l'on passe dans un bain de savon dans lequel on verse du jus de citron. A cette époque, si l'on chargeait les noirs pour en augmenter le poids, on n'allait pas, comme on le fait aujourd'hui, jusqu'à le doubler, le tripler, et, dit-on, le quadrupler même.

» Si cette pratique venait à prédominer, si les étoffes de soie se vendaient au poids au lieu de se vendre au mètre, si enfin la surcharge du poids de la soie devenait une habitude dans l'industrie, il y aurait un danger réel pour l'industrie et le commerce honnête.

» Enfin j'ajoutais : « Rien ne serait plus efficace que, dans les exposi-
» tions de l'industrie, les produits ne fussent jugés que par des personnes
» compétentes, et non par d'autres; et qu'en outre des mesures préalables
» aux expositions fussent prises par l'autorité supérieure, afin de mettre
» à la disposition des jurés les documents authentiques que tout jugement
» en pareille matière exige, pour reposer sur la justice et la science. »

PHYSIQUE CÉLESTE. — *Recherches spectroscopiques solaires, communiquées par le* **P. Secchi.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie deux feuilles d'impression d'un Recueil que je viens de faire imprimer, de mes premiers travaux spectroscopiques sur le Soleil. Ces Notes sont tirées du *Bulletin* de l'Observatoire du Collége romain et des *Comptes rendus* de l'Académie, de sorte qu'ils ne contiennent rien de nouveau. Je tiens cependant à les faire imprimer à part, pour pouvoir présenter réuni aux savants l'ensemble de mes travaux.

» Je n'aurais pas présenté ces deux feuilles à l'Académie, si je n'avais reçu de M. Schellen, de Cologne, la copie d'une lettre que lui écrit M. Young, de Dartmouth, Collége des États-Unis. Je demande la permission d'en traduire quelques passages : ils contiennent la confirmation d'observations faites par moi il y a environ quatre ans, observations qui sont reproduites dans ces feuilles imprimées, et qui ont été vivement contestées :

« Ma station, dit M. Young, a été, à Sherman, montagne élevée de 8300 pieds anglais au-dessus du niveau de la mer. J'y ai apporté mon grand télescope de $9^{p},40$ d'ouverture et le spectroscope. Les résultats ont été les suivants :

» Le spectre du Soleil, quoique non entièrement renversé au bord du disque, devient

continu (comme il a été vu par le P. Secchi, en Italie) lorsque l'air est calme. L'épaisseur de cette couche n'est pas supérieure à 1 seconde.

» Les raies brillantes de la chromosphère sont remarquablement augmentées en nombre : les deux H^1 et H^2 sont renversées dans la chromosphère, comme *h* et les autres lignes de l'hydrogène.

» Dans le spectre de *chaque* tache, les raies de l'hydrogène sont renversées dans une région un peu plus étendue que la pénombre de la tache. Cela a été vérifié au moins pour vingt taches différentes. Cela prouve une modification importante de l'atmosphère solaire sur la tache; mais je ne conçois certainement pas en quoi consiste cette modification. »

» On voit ici que M. Young, avec une atmosphère pure, telle qu'on la trouve à une grande élévation, a réussi à vérifier ce que nous avons vu à Rome, en 1869. J'avais, en 1870, reconnu en Sicile le grand avantage qu'il y aurait à faire les observations sur l'Etna, où le ciel est d'une teinte pure et très-foncée, et je crois qu'il y aurait un avantage encore assez sensible, surtout après les différences que nous relevons, entre Rome et Palerme. L'influence de notre atmosphère est trop considérable, dans ces recherches, pour qu'on ne doive pas chercher à l'éliminer de toutes les manières possibles, comme le résultat de M. Young vient de le montrer.

» Quant au renversement des raies de l'hydrogène dans les taches, je l'avais déjà annoncé en 1869, et il n'est pas surprenant que dans une atmosphère pure on puisse le vérifier, même sur les facules qui environnent les pénombres des taches, car nous savons que c'est dans ces régions qu'ont lieu les explosions de ce gaz et les protubérances qui se diffusent à de grandes distances autour des taches. Ainsi mon assistant, le P. Ferrari, m'écrit qu'il a observé dernièrement une protubérance de 6 minutes de hauteur, et d'une largeur proportionnelle. Une telle étendue dans le voisinage d'une tache doit produire un renversement partiel des raies de l'hydrogène. Le même observateur m'assure avoir encore vu les raies du magnésium renversées sur une tache. Cela est évidemment l'effet d'une grande éruption de vapeur de ce métal qui doit s'être vérifiée pour la tache en question.

» M. Tacchini a déjà informé l'Académie de la facilité avec laquelle, sous le beau ciel de Palerme, on voit les raies du magnésium renversées au bord solaire. En augmentant un peu la dispersion de mon spectroscope, j'ai réussi à vérifier à Rome son observation. Le bord solaire, comme je l'ai, du reste, annoncé dès le commencement, présente un spectre exceptionnel, qui demande une étude particulière, et dont s'occupe actuellement M. Donati, de Florence, avec son spectroscope à vingt prismes. »

M. Bertrand présente à l'Académie un ouvrage posthume de M. *Duhamel*, intitulé « Essai d'une application des méthodes à la science de l'homme moral »; il accompagne cette présentation des observations suivantes :

« Les anciens élèves de M. Duhamel et les admirateurs de ses Ouvrages accueilleront avec un vif intérêt la publication du fragment qu'on va lire.

» C'est sur un terrain tout nouveau qu'il a voulu porter cette fois l'esprit d'ordre, de précision et de rigueur qui, dans ses travaux scientifiques, fut sa constante préoccupation.

» L'*Essai sur la science de l'homme moral* devait être, dans la pensée de l'éminent auteur, l'application dernière des principes exposés dans son grand Ouvrage sur les méthodes. « L'esprit scientifique, dit-il, peut diriger » dans l'étude de tous les sujets, dont les éléments ont entre eux des liai- » sons qui permettent l'emploi des raisonnements. »

» Parmi ceux-là, M. Duhamel choisit le plus complexe et le plus périlleux à bien des égards. Le raisonnement, fondé sur des définitions précises, est le seul guide qu'il accepte pour ces études, plus habituellement placées dans le domaine mystérieux du sentiment et de la foi. C'est avec son esprit seulement qu'il veut les aborder, c'est à l'esprit seul du lecteur qu'il s'adresse. Les amis de M. Duhamel, cependant, retrouveront dans ces pages cet amour actif pour le bien, cette haine vigoureuse pour le mal, qui chez lui ont été des sentiments constants, profonds, sincères et apparents, souvent à son insu, dans toutes les occasions sérieuses. On les retrouvera dans ce Livre dont ils sont la base, présentés, par un dernier trait de cet esprit dont les principes n'ont jamais varié ni fléchi, sous la forme de vérités scientifiques, rigoureusement déduites des définitions proposées et des axiomes humblement acceptés au début. »

ANALYSE. — *Théorie des résidus des intégrales doubles* (suite et fin). Mémoire de **M. Max. Marie**. (Extrait par l'Auteur.)

« Pour obtenir un exemple un peu moins particulier que celui que j'ai examiné dans ma dernière Communication, considérons la surface engendrée par une hyperbole équilatère, tournant toujours autour de l'une de ses asymptotes, prise pour axe des z, mais dont l'axe transverse varierait suivant une loi donnée quelconque. L'équation de la surface engendrée sera

$$z = \frac{a^2}{2} \frac{\varphi^2\left(\frac{y}{x}\right)}{\sqrt{x^2+y^2}},$$

et le résidu relatif à l'origine sera le produit par $\sqrt{-1}$ du volume engendré par le cercle

$$y = mx, \quad z^2 + (1 + m^2)x^2 = a^2\varphi^2(m),$$

tournant autour de l'axe des z.

» Considérons, d'une manière encore plus générale, une équation

$$z = \frac{a^2}{2}\frac{\varphi(x, y)}{\sqrt{x^2 + y^2}},$$

dans laquelle $\varphi(x, y)$ prendrait une valeur déterminée $A + B\sqrt{-1}$ pour $x = 0$, $y = 0$; x et y ne devant recevoir que des valeurs infiniment petites, l'intégrale $\Sigma z\,dx\,dy$ pourra s'écrire

$$\frac{a^2}{2}(A + B\sqrt{-1})\int\int\frac{dx\,dy}{\sqrt{x^2 + y^2}},$$

et le résidu relatif à l'origine sera $\frac{4}{3}\pi a^3 (A + B\sqrt{-1})\sqrt{-1}$.

» Il en serait de même pour l'intégrale

$$\frac{a^2}{2}\int\int\frac{\varphi(x, y)\,dx\,dy}{\sqrt{(x - \alpha_0 - \beta_0\sqrt{-1})^2 + (y - \alpha'_0 - \beta'_0\sqrt{-1})^2}},$$

relativement au point $x = \alpha_0 + \beta_0\sqrt{-1}$, $y = \alpha'_0 + \beta'_0\sqrt{-1}$.

» On voit, par l'analyse précédente, qu'un point auquel se rapporte un résidu est toujours un point double du lieu le long duquel z est infini. Cela tient à ce qu'un résidu relatif à un point n'est qu'un résidu relatif à une courbe devenue évanouissante. Cette remarque servira à reconnaître les centres des résidus relatifs à des points, s'il y en a; on calculera ensuite ces résidus en déterminant la loi de variation de l'axe transverse de l'hyperbole équilatère qui se confondrait à la limite avec la section faite dans la surface par un plan variable, parallèle aux z, mené par le centre examiné.

» *Des résidus relatifs à des lignes.* — On pourrait former l'exemple le plus général de résidu relatif à une ligne en imaginant d'abord qu'une hyperbole équilatère de rayon a tournât autour d'une parallèle à l'une de ses asymptotes, menée à la distance h et prise pour axe des z; en supposant ensuite que le rayon de cette hyperbole variât avec l'angle qu'aurait décrit son plan; en faisant décrire à l'asymptote parallèle aux z un cylindre fermé quelconque, au lieu d'un cylindre de révolution; enfin, en imaginant que le plan de l'hyperbole mobile, au lieu de passer constamment par l'axe des z, eût pour enveloppe un cylindre donné parallèle aux z. Le résidu relatif à la trace sur le plan des xy du cylindre engendré par l'asymptote

parallèle aux z de l'hyperbole mobile serait, dans le premier cas, le produit par $\sqrt{-1}$ du volume du tore dont l'équateur se composerait des cercles de rayons $h-a$, $h+a$, et ne serait guère plus difficile à obtenir dans les autres cas.

» Mais l'énumération de cet ensemble de faits ne suffirait plus, comme dans le cas précédent, à constituer une théorie. On aurait en effet laissé de côté les difficultés les plus considérables que comporte la question, difficultés du reste entièrement nouvelles, en ce sens que la théorie des résidus des intégrales simples ne les comportait pas.

» Soit $F(x, y, z) = 0$ l'équation proposée, supposée telle qu'elle attribue une valeur infinie à z, pour chaque système de valeurs de x et de y, satisfaisant à une équation $f(x, y) = 0$; et soient x_1, y_1 une solution de cette dernière équation. Si l'on remplace dans $F(x, y, z) = 0$, x par $x + x_1$, y par $y + y_1$, et que, x et y devant alors rester infiniment petits, on supprime les termes négligeables, l'équation $F(x, y, z) = 0$ donnera

$$z = \frac{M}{ax + by},$$

la section faite par le plan $y = mx$, projetée sur le plan des xz étant $z = \frac{M}{(a + bm)x}$, la période de la quadratrice de cette projection sera $2\pi \frac{M}{a + bm}\sqrt{-1}$; mais la période de la quadratrice de la section, dans son plan, sera effectivement $2\pi \frac{M\sqrt{1+m^2}}{a + bm}\sqrt{-1}$. Cela étant, imaginons que nous transportions le plan sécant parallèlement à lui-même en tous les points de division de la courbe $f(x, y) = 0$, en éléments infinitésimaux ds : m restera constant, mais M, a et b varieront. L'élément du résidu relatif à la courbe $f(x, y) = 0$, pour des sections parallèles à $y = mx$, sera le produit de $2\pi \frac{M\sqrt{1+m^2}}{a + bm}\sqrt{-1}$ par la distance des deux plans parallèles à $y = mx$ passant par les extrémités de l'élément ds, ou par $ds \cos\varphi$, φ désignant l'angle du plan $y = mx$ avec la normale à l'élément ds. Cet élément du résidu sera donc

$$2\pi \frac{M\sqrt{1+m^2}}{a + bm}\, ds \cos\varphi \sqrt{-1},$$

et le résidu lui-même sera

$$2\pi\sqrt{-1}\int \frac{M\sqrt{1+m^2}}{a + bm}\, ds \cos\varphi.$$

Cette intégrale prise le long de $f(x, y) = 0$, si cette courbe est fermée, ou entre des limites où M s'annulerait, sera une des périodes de $\iint z\,dx\,dy$.

» Cette période paraîtrait dépendre de m, ce qui ne doit pas être; on en conclut que $\frac{M\sqrt{1+m^2}}{a+bm}\cos\varphi$ doit être indépendant, en chaque point de $f(x, y) = 0$, de la direction du plan $y = mx$, ou que *la période de la quadratrice de la section, en chaque point de $f(x, y) = 0$, doit être inversement proportionnelle au cosinus de l'angle du plan sécant avec l'élément ds.* Cette proposition n'aurait pas besoin d'autre démonstration, mais on peut l'établir directement d'une façon très-simple : l'équation de la tangente à la courbe $f(x, y) = 0$, au point (x_1, y_1) où l'on a transporté l'origine, étant $ax + by = 0$, le sinus de l'angle de cette tangente avec la direction $y = mx$ est $\frac{bm+a}{\sqrt{a^2+b^2}\sqrt{1+m^2}}$, de sorte que $\frac{M\sqrt{1+m^2}}{a+bm}\cos\varphi = \frac{M}{\sqrt{a^2+b^2}}$ et que l'élément du résidu se réduit, quel que soit m, à $\frac{M\,ds}{\sqrt{a^2+b^2}}$, ce qu'aurait donné le théorème de Guldin, si, au lieu de sections parallèles, on avait considéré des sections normales.

» ds pouvant s'exprimer par $\frac{dx}{b}\sqrt{a^2+b^2}$, on pourra prendre pour expression du résidu

$$2\pi\sqrt{-1}\int\frac{M\,dx}{b}.$$

Si l'on veut appliquer cette théorie à l'exemple $z = -\frac{1+xy}{x+y}$, on aura pour l'expression du résidu indéfini

$$2\pi\sqrt{-1}\int(-1+x_1^2)\,dx_1$$

et il faudra prendre l'intégrale entre les limites $x_1 = -1$ et $x_1 = +1$, parce que c'est à ces limites que la période de la quadratrice de la section s'annule et que, par conséquent, le résidu se ferme. On trouvera ainsi $\frac{8}{3}\pi\sqrt{-1}$, comme cela avait été annoncé précédemment.

» On voit par cette théorie pourquoi un point simple de $f(x, y) = 0$ ne saurait être le centre d'un résidu; car deux plans également inclinés sur la tangente à la courbe en ce point couperaient la surface suivant deux courbes dont les quadratrices auraient leurs périodes égales et de signes contraires, de sorte que le volume total engendré serait nul. Du reste, la période de la quadratrice de la section faite suivant la tangente serait infinie.

» Nous nous sommes borné dans ce qui précède à considérer les solutions réelles de $f(x, y) = 0$; mais si l'on imagine z mis sous la forme $\frac{\varphi(x, y)}{f(x, y)}$, a et b auront respectivement pour valeurs $\frac{df}{dx_1}$ et $\frac{df}{dy_1}$; d'un autre côté, M sera $\varphi(x_1, y_1)$; par conséquent $\frac{M}{b}$ sera égal à $\frac{\varphi(x_1, y_1)}{\frac{df}{dy_1}}$; ce sera une fonction déterminée de x_1, puisque $f(x_1, y_1) = 0$. L'intégrale $\int \frac{M}{b}\, dx_1$ sera donc une intégrale simple d'une fonction différentielle de x_1. Cette intégrale ne changera donc pas si le parcours fermé auquel elle correspond se déforme entre certaines limites.

» Les points critiques de la fonction $\frac{M}{b}$ seront au reste donnés par l'équation $b = 0$ ou $\frac{df}{dy_1} = 0$, qui sont en effet les limites du parcours dans la direction des x. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les propriétés antifermentescibles et l'action physiologique du silicate de soude; par* **MM. A. Rabuteau** *et* **F. Papillon.**

(Commissaires : MM. Dumas, Claude Bernard et Bouley.)

« M. Dumas vient de perfectionner, d'une manière aussi judicieuse au point de vue des principes que féconde à celui des résultats, la méthode d'examen des propriétés physiologiques des corps. Il vient de faire voir l'utilité d'en rechercher l'influence, non-seulement sur les organismes supérieurs, mais encore sur les êtres microscopiques, et, en général, sur les substances, organisées ou amorphes, auxquelles est départi l'ouvrage complexe des fermentations. — Quand le Mémoire de M. Dumas a paru, nous étions occupés depuis plusieurs mois, chacun de notre côté, à des expériences sur l'action physiologique des composés minéraux et organiques du bore et du silicium. Depuis les révélations de l'illustre chimiste concernant les propriétés du borate de soude dans ses rapports avec les effets du silicate de la même base, nous les avons reprises en commun, et ce sont les premiers résultats de cette étude que nous soumettons aujourd'hui à l'Académie.

» *Action sur la fermentation alcoolique.* — On prépare quatre échantillons de moût de raisin, de 100 centimètres cubes chacun. Le n° 1 reste pur, on ajoute aux n°s 2, 3 et 4 respectivement 50 centigrammes,

1 gramme et 2 grammes de silicate de soude. Dès le surlendemain, la fermentation s'établit dans les bocaux nos 1 et 2, moins active dans le second que dans le premier. Les liquides nos 3 et 4 sont intacts. Elle continue les jours suivants dans les deux premiers, qui sont couverts de mousse et dégagent une forte odeur alcoolique. Les deux autres demeurent inaltérés. Au bout de huit jours, il en est encore ainsi.

» *Action sur la fermentation de l'urée.* — On prend quatre vases dans chacun desquels on met 100 centigrammes cubes d'urine. L'urine n° 1 est laissée telle quelle. Les urines nos 2, 3 et 4 reçoivent 50 centigrammes, 1 gramme et 2 grammes de silicate de soude. Dès le surlendemain, la portion n° 1 est en pleine putréfaction ammoniacale, le n° 2 sent à peine l'ammoniaque, les nos 3 et 4 n'ont pas d'odeur. Les jours suivants, la fermentation se prononce davantage dans le n° 2; elle est à peine sensible dans le n° 3 et nulle dans le n° 4. Au bout de quinze jours, ce dernier ne présente pas trace de décomposition.

» *Action sur la fermentation lactique.* — On prépare deux liqueurs, l'une de 100 centigrammes cubes de lait avec un quart de son volume d'eau, l'autre de 100 centigrammes cubes de lait avec un quart de son volume d'une solution de silicate de soude au vingt-cinquième. Dès le lendemain, la première est aigre, la seconde n'a pas changé, à cela près que la crème surnage au-dessus du liquide. Au bout de cinq jours, le lait aqueux est très-acide et complétement caillé. Le lait silicaté, au contraire, n'a aucun des caractères chimiques ou organoleptiques de l'acidité, et si l'on en sépare la crème, il reste un liquide alcalin, un peu épais, d'une limpidité remarquable, sans un seul flocon de caséine.

» *Action sur la fermentation amygdalique.* — Une émulsion de trois amandes douces et trois amandes amères est faite avec de l'eau ordinaire. Elle exhale immédiatement un parfum prononcé d'hydrure de benzoïle qui persiste. Une émulsion semblable, faite avec le même volume d'une solution de silicate de soude au vingt-cinquième, est complétement inodore. Après dix jours, la première liqueur a encore son odeur et son goût ; la seconde n'a acquis ni l'un ni l'autre.

» En somme, le silicate de soude, à certaine dose, empêche toute manifestation des agents divers de la fermentation et de la putridité.

» L'action de ce sel est donc entièrement comparable à celle du borax ; seulement elle est plus énergique, ainsi que nous l'avons reconnu dans quelques expériences comparatives. Par exemple, il faut moins de silicate que de borate pour empêcher la fermentation de l'urine. Cette différence

dans l'intensité d'action n'est pas surprenante, car nous avons reconnu, dans des expériences faites sur les animaux supérieurs, que le silicate était plus énergique que le borate. Ainsi, tandis que l'injection de 1 et de 2 grammes de borax pour 40 grammes d'eau, dans les veines d'un chien, ne provoque aucun trouble dans la santé de cet animal, l'injection de 1 gramme seulement de silicate de soude, dans les mêmes conditions, détermine la mort. Chez un chien qui avait reçu dans la veine 1 gramme de ce sel, en solution aqueuse, on observa, dans la journée, des effets purgatifs, puis des vomissements. Dès le lendemain, les urines renfermaient de l'albumine, mais point de sucre. Les jours suivants, l'appétit diminua, il y eut encore quelques vomissements; l'urine était toujours albumineuse. L'animal mourut neuf jours après l'injection.

» A l'autopsie, on trouva l'estomac congestionné et renfermant un liquide noirâtre, le cœur rempli de caillots avec un peu de sang fluide, les poumons congestionnés; la vessie contenait un peu d'urine albumineuse. Les tubuli du rein, examinés au microscope, faisaient voir des cellules épithéliales graisseuses.

» Ainsi le silicate de soude avait troublé profondément la nutrition. L'action en est plus énergique que celle du borax, aussi bien sur les organismes supérieurs que sur les inférieurs et les ferments. Ce résultat confirme une fois de plus la loi atomophysiologique formulée par l'un de nous, à savoir qu'un corps simple est d'autant plus actif que le poids atomique en est plus élevé et la chaleur spécifique plus faible.

» La méthode nouvelle, à laquelle M. Dumas vient d'attacher son nom, nous voulons dire « l'étude systématique des composés qui agissent sur la vie des ferments, sans compromettre gravement celle des organismes élevés », paraît pleine d'avenir pour la Physiologie et la Thérapeutique. Dès aujourd'hui, on comprend les effets du borax, employé depuis longtemps dans certaines affections, telles que le muguet, et l'on est en droit de signaler aux praticiens les propriétés du silicate de soude, comme probablement efficaces, à des degrés divers, contre les maladies parasitaires, infectieuses, virulentes, putrides, etc. Il serait téméraire d'affirmer que ces sels triompheront d'aussi redoutables états; mais c'est du moins une conjecture plausible et rationnelle, qu'il convient de soumettre, sans tarder, à l'épreuve des faits. »

M. Dumas, après avoir donné lecture à l'Académie de la Communication précédente, fait remarquer que dans son Mémoire sur les fermenta-

tions, qu'on imprime pour les *Annales de Chimie et de Physique*, ayant été amené à traiter quelques-uns des points signalés par MM. Rabuteau et Papillon, il avait été conduit aux mêmes conclusions. S'il constate cette coïncidence, c'est qu'elle peut les encourager à poursuivre leurs études.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Du parasitisme végétal dans les altérations du pain.* Mémoire de **MM. F. Rochard** et **Ch. Legros**, présenté par M. Larrey. (Extrait par les Auteurs.)

(Renvoi à la Commission nommée pour l'*oïdium aurantiacum*.)

« Il résulte de nos recherches que les moisissures variées qui se développent sur le pain ne constituent pas une sorte de maladie épidémique, résultant de la présence de certains germes dans l'atmosphère, mais qu'elles surviennent lorsque le pain est mal fabriqué, avec une farine inférieure, et conservé dans de mauvaises conditions. Le pain altéré devient un terrain favorable au développement des mucédinées, et si, le plus souvent, on trouve en abondance des champignons de couleur orangée, il n'est cependant pas rare de rencontrer en même temps d'autres cryptogames, diversement colorés. L'humidité et l'acidité du pain, son séjour dans des lieux obscurs sont des causes favorables au développement des moisissures.

» Voici les divers cryptogames que nous avons observés dans le pain :

» D'abord les cryptogames orangés. Nous avons constaté deux espèces de champignons orangés. Jusqu'à ce jour on n'a parlé que de l'*oïdium aurantiacum*, qui se rencontre en effet, mais qui était assez rare dans les nombreux échantillons que nous avons étudiés. Au contraire, nous avons trouvé en abondance le *thamnidium*, dont la couleur est semblable, mais dont les caractères botaniques sont différents ; on sait en effet que le *thamnidium* est une des formes de développement du *mucor mucedo*, et qu'il est caractérisé par la division dichotomique de ses branches, qui se terminent par de petites sporanges contenant deux à quatre spores. M. Krassinski (d'Odessa), très-versé dans l'étude des mucédinées, a examiné nos échantillons, et il ne doute pas que la couleur orangée du pain doive être attribuée le plus souvent à la présence du *thamnidium*. Il arrive souvent, du reste, qu'en semant des spores de taches orangées on reproduit du *mucor mucedo ;* il en est même presque toujours ainsi si on les sème sur du pain de seigle.

» Les taches vertes du pain sont formées, tantôt par l'*aspergillus glaucus*, tantôt par le *penicilium glaucum ;* les taches noires, qui sont très-fréquentes et qui ne tardent pas à envahir les taches orangées et vertes, dépendent de

la présence du *rhisopus nigricans;* les taches blanches sont formées par le *mucor mucedo ;* quelquefois il s'y joint le *botrytis grisea.*

» En nous plaçant dans de certaines conditions, nous avons pu reproduire et faire végéter ces diverses espèces de mucédinées; ajoutons cependant que, sur du pain provenant des derniers moments du siége de Paris, il nous a été impossible de développer les champignons orangés.

» On a prétendu que les champignons orangés du pain étaient dangereux : tel n'est pas notre avis. Nous avons donné pendant quinze jours, à deux rats, de fortes doses de ces champignons, et leur santé n'a été nullement altérée. Un autre rat, nourri pendant sept jours avec de la viande contenant du *rhisopus nigricans*, montrait un grand dégoût pour cette alimentation; mais il n'est pas mort.

» On évitera cette maladie du pain par une bonne fabrication, par une cuisson complète, qui détruit les ferments, par la conservation dans un lieu sec, aéré et bien éclairé.

» Nous avons constaté qu'un excès de sel, ajouté au pain, n'empêche pas la production des mucédinées. »

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie de nouvelles Études sur la fièvre jaune, par M. *J. Capello*, imprimées à Lima, en espagnol, et un article d'un journal de Lima, publié en français, sur un ouvrage de M. *Ch. Tasset*, traitant du même sujet.

Ces diverses pièces, qui ont d'abord été soumises à l'examen de M. Roulin, seront renvoyées, conformément à l'opinion exprimée par lui, à la Commission des prix de Médecine.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un « Rapport sur le nouvel éclairage oxyhydrique, par M. *F. Leblanc* ».

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie une réclamation qui lui est adressée par le Conseil général du Gers, au sujet de la mention faite aux *Comptes rendus* des ravages produits dans ce département par le *Phylloxera*.

Dans la séance du 12 août dernier, on avait cité une lettre de M. *Planchon*, énonçant que « le fléau sévissait dans divers départements du Midi,

et entre autres dans le département du Gers, dès le mois de juin 1871 ». M. le Président du Conseil général du Gers écrit à M. le Ministre pour lui faire observer qu'il serait entièrement inexact d'affirmer que *toutes les vignes* de ce département aient été détruites par le fléau.

M. le Secrétaire perpétuel fait observer que les deux faits signalés, d'une part par M. Planchon, de l'autre par M. le Président du Conseil général du Gers, ne sont nullement contradictoires. Personne n'a dit que dans ce département toutes les vignes auraient péri; on y a signalé seulement la présence du *Phylloxera*.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le mouvement des planètes autour du Soleil, d'après la loi électrodynamique de Weber.* Note de **M. F. Tisserand**, présentée par M. Bertrand.

« Dans cette loi, la force qui produit le mouvement de la planète autour du Soleil est

$$F = \frac{fm\mu}{r^2}\left(1 - \frac{1}{h^2}\frac{dr^2}{dt^2} + \frac{2}{h^2}r\frac{d^2r}{dt^2}\right),$$

où f est la constante de l'attraction universelle, m la masse de la planète, μ la somme de cette masse et de celle du Soleil, r la distance de la planète au Soleil, et h la vitesse avec laquelle l'attraction se propage dans l'espace.

» L'intégration des équations du mouvement a été faite rigoureusement à l'aide des fonctions elliptiques; en partant de cette solution, on pourrait obtenir des formules approchées qui seraient d'un usage commode pour la mise en nombre. Toutefois on arrivera plus rapidement au but en posant

$$F = \frac{fm\mu}{r^2} + F_1$$

et regardant F_1 comme une force perturbatrice; il suffira, dès lors, de faire varier les constantes du mouvement elliptique.

» Voici les équations du mouvement troublé :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{f\mu x}{r^2} + X = 0,\\ &\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{f\mu y}{r^3} + Y = 0,\\ &\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{f\mu z}{r^3} + Z = 0, \end{aligned}\right\} \quad \text{où} \quad \left\{\begin{aligned} &X = \frac{f\mu}{h^2}\frac{x}{r^2}\Omega;\\ &Y = \frac{f\mu}{h^2}\frac{y}{r^2}\Omega;\\ &Z = \frac{f\mu}{h^2}\frac{z}{r^2}\Omega;\\ &\Omega = -\frac{dr^2}{dt^2} + 2r\frac{d^2r}{dt^2}. \end{aligned}\right.$$

» Les équations du mouvement elliptique s'obtiennent en faisant, dans

les équations (1), $X = Y = Z = 0$. Supposons effectuée l'intégration de ces équations, et soient pris pour les éléments elliptiques : a le demi-grand axe, e l'excentricité, φ l'inclinaison, θ la longitude du nœud, ϖ celle du périhélie, et ε celle de l'époque. On aura, pour le cas actuel, les formules déterminant les variations des constantes, en prenant les formules bien connues et y remplaçant la dérivée $\frac{dR}{dp}$ de la fonction perturbatrice par rapport à un élément quelconque p par $X\frac{dx}{dp} + Y\frac{dy}{dp} + Z\frac{dz}{dp} = R_p$.

» Or on a

$$R_p = \frac{f\mu}{h^2}\frac{\Omega}{r^3}\left(x\frac{dx}{dp} + y\frac{dy}{dp} + z\frac{dz}{dp}\right) = \frac{f\mu}{h^2}\frac{\Omega}{r^2}\frac{dr}{dp};$$

l'expression du rayon vecteur dépendant seulement de a, e, $\varepsilon - \varpi$, on a

$$\frac{dr}{d\varphi} = 0, \quad \frac{dr}{d\theta} = 0, \quad \frac{dr}{d\varepsilon} = -\frac{dr}{d\varpi},$$

et, par suite,

$$R_\varphi = 0, \quad R_\theta = 0, \quad R_\varepsilon = -R_\varpi.$$

On trouvera facilement les formules suivantes :

$$(2) \quad \begin{cases} \dfrac{da}{dt} = -\dfrac{2}{na}R_\varepsilon, & \dfrac{d\theta}{dt} = 0, \\ \dfrac{de}{dt} = -\dfrac{1-e^2}{na^2 e}R_\varepsilon, & \dfrac{d\varpi}{dt} = -\dfrac{\sqrt{1-e^2}}{na^2 e}R_e, \\ \dfrac{d\varphi}{dt} = 0, & \dfrac{d\varepsilon}{dt} = \dfrac{2}{na}R_a - \dfrac{\sqrt{1-e^2}}{na^2 e}\left(1 - \sqrt{1-e^2}\right)R_e. \end{cases}$$

» On remarque sur ces formules (2) que φ et θ ne sont pas altérés par la force perturbatrice, ce qui est évident *à priori;* mais ce qui l'est moins, c'est que le paramètre ne change pas non plus. On a, en effet,

$$\frac{d[a(1-e^2)]}{dt} = -\frac{2}{na}(1-e^2)R_\varepsilon + 2ae\frac{1-e^2}{na^2 e}R_\varepsilon = 0.$$

» Pour nous faire une idée de la valeur des perturbations, nous allons développer ces perturbations en séries, procédant suivant les sinus et cosinus des multiples de l'anomalie moyenne ζ, en négligeant les puissances de e supérieures à la première.

» Occupons-nous d'abord de Ω, qui contient le terme $r\frac{d^2r}{dt^2}$; or on a

$$r\frac{d^2r}{dt^2} = -\left(\frac{dr}{dt^2}\right)^2 + x\frac{d^2x}{dt^2} + y\frac{d^2y}{dt^2} + z\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{dx^2+dy^2+dz^2}{dt^2},$$

ou bien, avec une approximation tout à fait suffisante,

$$r\frac{d^2r}{dt^2} = -\frac{dr^2}{dt^2} - \frac{f\mu}{r} + f\mu\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right);$$

il en résulte

$$\frac{\Omega}{r^2} = 2f\mu\left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{ar^2}\right) - \frac{3}{r^2}\frac{dr^2}{dt^2},$$

expression qui se développe comme il suit :

$$\frac{\Omega}{r^2} = n^2 e\left[2\cos\zeta + \frac{e}{2}(1 + 11\cos 2\zeta)\right] + \ldots -$$

» On a ensuite

$$R_a = \frac{f\mu}{h^2}\frac{\Omega}{r^2}\frac{dr}{da} = \frac{2f\mu}{h^2}n^2 e\cos\zeta + \ldots,$$

$$R_e = \frac{f\mu}{h^2}\frac{\Omega}{r^2}\frac{dr}{de} = -\frac{f\mu}{h^2}n^2 ae\left[1 + \cos 2\zeta + \frac{3e}{4}(3\cos\zeta + 5\cos 3\zeta)\right] + \ldots,$$

$$R_\varepsilon = \frac{f\mu}{h^2}\frac{\Omega}{r^2}\frac{dr}{d\varepsilon} = \frac{f\mu}{h^2}n^2 ae^2\sin 2\zeta + \ldots,$$

et l'on en déduit, en négligeant toujours e^2,

$$\frac{da}{dt} = 0, \qquad \frac{d\theta}{dt} = 0,$$

$$\frac{de}{dt} = -\frac{f\mu}{h^2}\frac{ne}{a}\sin 2\zeta, \qquad \frac{d\varpi}{dt} = \frac{f\mu}{h^2}\frac{n}{a}\left[1 + \cos 2\zeta + \frac{3e}{4}(3\cos\zeta + 5\cos 3\zeta)\right],$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = 0, \qquad \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{4f\mu}{h^2}\frac{ne}{a}\cos\zeta,$$

d'où, en intégrant,

$$\delta\alpha = 0, \qquad \delta\theta = 0,$$

$$\delta e = \frac{f\mu}{h^2}\frac{e}{2a}\cos 2\zeta, \qquad \delta\varpi = \frac{f\mu}{h^2}\frac{n}{a}t + \frac{f\mu}{h^2}\frac{1}{a}\left[\frac{1}{2}\sin 2\zeta + \frac{9e}{4}\sin\zeta + \frac{5}{4}e\sin 3\zeta\right],$$

$$\delta\varphi = 0, \qquad \delta\varepsilon = \frac{4f\mu}{h^2}\frac{e}{a}\sin\zeta.$$

» Nous voyons donc que les perturbations des éléments sont nulles ou périodiques, à l'exception de celle de $\delta\varpi$ qui contient une partie séculaire. On verra plus loin que les parties périodiques sont tout à fait insensibles dans les diverses hypothèses qu'on peut faire sur la valeur de h, de telle sorte que nous arrivons à la conclusion suivante :

» Dans la loi de Weber, les éléments restent les mêmes que dans la loi

de Newton; la longitude du périhélie seule se trouve augmentée de $\frac{f\mu}{h^2}\frac{n}{a}t$, quantité d'autant plus grande que la planète est plus rapprochée du Soleil.

» Considérons le cas de Mercure. En prenant le jour solaire moyen pour unité de temps, le demi-grand axe de l'orbite de la Terre pour unité de distance, on trouve

$$\delta\varpi = \frac{(1,05160)}{h^2}t.$$

» Si nous admettons que h ait la même valeur que dans les expériences de Weber sur l'électricité, à savoir $h = 439450 \times 10^6$ avec la seconde et le millimètre pour unités, nous aurons d'abord avec nos unités

$$\log h = 2,40805 \quad \text{et} \quad \delta\varpi = (\bar{4},23550)\,t;$$

au bout d'un siècle, on trouve

$$\delta\varpi = +\,6'',28;$$

pour Vénus, on aurait seulement

$$\delta\varpi = +\,1'',32.$$

» Si l'on supposait h égal à la vitesse de propagation de la lumière, on aurait

$$\log h = 2,23948$$

et ensuite

Pour Mercure, et en un siècle........ $\delta\varpi = +\,13'',65$
Pour Vénus, et en un siècle.......... $\delta\varpi = +\,\;\,2'',86$

» Pour montrer que les termes périodiques sont négligeables, il suffit de prendre le plus fort de tous, celui de $\delta\varpi$, savoir $\frac{f\mu}{2ah^2}\sin 2\zeta$; on trouve que son coefficient n'atteint pas $0'',003$. »

ASTRONOMIE. — *Éphéméride et éléments de la planète* (122). Note de **M. Stéphan**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Je prends la liberté de vous envoyer une éphéméride et les éléments de l'orbite de la planète (122), découverte par M. Peters, à Clinton, le 31 août dernier. Ces éléments ont été calculés avec deux observations faites à Clinton les 31 août et 3 septembre, et une troisième fois ici même par moi, le 17 courant.

» Une observation que je viens de faire ce soir fournit un accord très-suffisant.

Planète (122).

Époque 1872. Septembre 17,467,01. Temps moyen de Berlin.

Anomalie moyenne. M =	79°.53′.57″,1	Équinoxe moyen de 1872,0.
π =	247.37.45,2	
☊ =	179.49.51,3	
i =	1.33.39,6	
(Angle d'ex.) φ =	0.30.40,7	
$\log \mu$ =	2,787 075	
$\log a$ =	0,508 621	

Temps moyen de Berlin.	Ascension droite.	Distance polaire.	log Δ.
	h m s	° ′ ″	
1872 Sept. 28,5	21.15.49	104.51.37	0,3942
Oct. 2,5	21.15.25	104.55.47	0,4021
6,5	21.15.23	104.58.24	0,4102
10,5	21.15.41	104.59.25	0,4186
14,5	21.16.18	104.58.53	0,4271
18,5	21.17.15	104.56.48	0,4357
22,5	21.18.31	104.53.13	0,4443
26,5	21.20. 4	104.48.10	0,4529
30,5	21.21.56	104.41.34	0,4615. »

M. Yvon Villarceau, en présentant ces résultats à l'Académie, rappelle que M. Stéphan a également calculé, il y a quelques mois, les éléments de l'orbite de la planète (121).

ASTRONOMIE. — *Observation de la planète* (95), *Aréthuse, faite à l'Observatoire de Bilk-Düsseldorf.* Note de **M. R. Luther**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Je prends la liberté de vous communiquer une observation de la planète Aréthuse.

*Observation d'*Aréthuse (11e grandeur).

	Temps moyen de Bilk-Düsseldorf.	Ascension droite de (95).	Déclinaison de (95).	
1872 Septembre 23 ..	$8^h 45^m 25^s,6$	$0^h 49^m 32^s,12$	$+ 22°33'41'',3$	12 comp.

Correction de l'éphéméride de Berlin.... — $2^m 15^s$ en asc. dr. — $8',3$ en déclinaison.

» Le mouvement observé était d'accord avec le mouvement calculé. »

PHYSIQUE. — *Sur le magnétisme*. Note de M. **Trève**.

« En 1869, j'ai appliqué, à la recherche des modifications intermoléculaires qui peuvent survenir dans un barreau de fer doux transformé en aimant, le procédé si rigoureusement précis de M. Lissajous dans sa détermination des sons. J'ai cru pouvoir conclure, avec M. Kœnig, de ces expériences, présentées à l'Académie par M. Faye, que le magnétisme détermine un retrait du métal.

» Plus tard, en 1870, grâce à une facilité que voulut bien me donner l'amiral ministre M. Rigault de Genouilly, j'ai fait à la fonderie de Villeneuve, près de Brest, les essais suivants, que les événements ont interrompus.

» On a disposé deux moules cylindriques, exactement semblables, pouvant recevoir un jet de fonte d'acier. L'un d'eux était entouré d'une forte bobine à gros fil, construite par M. Ruhmkorf, dans laquelle passa un courant de 12 grands éléments de Bunsen, pendant tout le temps du refroidissement. L'autre moule était soustrait à toute influence magnétique. Au bout de dix heures, on brisa les moules : on en retira deux cylindres de fonte d'acier, qui furent cassés en plusieurs points, pour permettre d'examiner leur grain.

» Il fut constaté que le grain ne présentait pas les même apparences. Celui du barreau soumis à l'action magnétique, pendant la période du refroidissement (celle où les molécules du corps pouvaient plus aisément se grouper dans un ordre nouveau), le grain de ce barreau, dis-je, était visiblement plus fin, *plus serré*. Cette opération, répétée trois fois, aboutit à des effets identiques.

» M. Chèdeville, directeur du Génie maritime à Brest, voulut bien faire faire des expériences comparatives de traction et d'écrasement, à la suite desquelles on reconnut que l'acier magnétisé présentait moins de résistance, dans ces deux cas, que l'acier non magnétisé.

» Quoi qu'il en soit, il m'a paru indiqué de faire l'expérience directe qui a été récemment communiquée à l'Académie.

» Si l'on réunit les deux pôles d'un électro-aimant par un fil métallique, dans le circuit duquel est interposé un galvanomètre, celui-ci accuse un courant à la formation de l'aimant, courant qui cesse aussitôt, pour reparaître dans un sens contraire dès que l'aimant redevient fer doux.

» De ce que ces courants ne sont qu'éphémères, il ne s'ensuit pas, je le crois du moins, que ce soient des courants d'induction, *dans l'acception jusqu'ici admise du mot*. Il est suffisamment établi, depuis quelques années,

qu'une modification intermoléculaire a lieu dans un fer doux qui passe à l'état d'aimant; il faut donc qu'un mouvement vibratoire quelconque s'opère dans le métal, au moment où on le transforme. C'est ce mouvement particulier qui est recueilli à l'état de courant sur le galvanomètre, dans l'expérience dont il s'agit.

» Les deux pôles de l'aimant représentent comme les deux pôles d'une pile, qui n'entre en action que lorsqu'on aimante ou désaimante le fer doux. Les courants ne doivent ni ne peuvent se produire que dans ces deux périodes, et ils doivent être de sens contraire.

» J'ai dit en outre que, étant donné un fort aimant permanent, fermé par son armature, si l'on réunit un point quelconque de l'aimant avec un point quelconque de l'armature, par un fil métallique dans le circuit duquel est un galvanomètre, deux courants se produisent en sens inverse, quand on arrache ou qu'on applique l'armature. L'explication à donner de ces phénomènes semble devoir être la même que précédemment. 1° Quand on applique l'armature, celle-ci devient un aimant, d'où le mouvement vibratoire mentionné ci-dessus, auquel participe nécessairement l'aimant. Ce mouvement se recueille sous forme de courant, lequel se manifeste plus direct, si les deux fils sont fixés aux deux pôles de l'armature. 2° Si l'on arrache l'armature, celle-ci perd ses propriétés d'aimant, subit un nouveau mouvement vibratoire, nécessairement opposé au premier, et donnant conséquemment naissance à un courant de sens inverse. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur les métamorphoses des poissons osseux en général, et particulièrement sur celles d'un petit poisson chinois du genre Macropode, récemment introduit en France.* Note de **M. N. Joly**, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans une lettre adressée à M. H.-Milne Edwards, le 26 décembre 1864, M. Agassiz s'exprimait ainsi qu'il suit : « J'ai observé dernièrement chez » les poissons des métamorphoses aussi considérables que celles que l'on » connaît chez les reptiles. Aujourd'hui, que l'on s'occupe de pisciculture » avec tant de succès et sur une si grande échelle, il est surprenant que ce » fait n'ait pas été remarqué depuis longtemps (1).

» Grâce à l'obligeance de M. Guy, qui élève avec succès un couple de *macropodes* dans son magnifique aquarium du faubourg Saint-Cyprien, j'ai

(1) Voir *Annales des Sciences naturelles*, t. III, p. 55, 5e série.

pu étudier, non-seulement la nidification de ce joli poisson, mais encore ses œufs et leur développement si rapide, que je les ai vus éclore au bout de soixante heures. Je n'entrerai pas dans de longs détails au sujet de l'embryogénie de nos *macropodes*, me réservant d'en faire connaître bientôt toutes les phases, avec de nombreux dessins à l'appui. Qu'il me suffise de dire, pour le moment, que le développement de nos petits poissons chinois offre beaucoup d'analogie avec celui de la perche, si bien étudiée par notre regretté collègue Lereboullet. Je me bornerai donc aujourd'hui aux traits les plus saillants.

» L'œuf du *macropode*, gros comme une graine de pavot au moment où il est pondu, se distingue par sa parfaite transparence et sa densité moindre que celle de l'eau. Aussi monte-t-il de lui-même à la surface et se met-il ainsi en contact avec les bulles d'air qui composent le nid fabriqué par le mâle ou qui sont expulsées par la bouche de celui-ci quand il vient respirer. Nous avons déjà dit que le travail embryogénique qui doit s'accomplir dans l'intérieur de l'œuf ne dure pas plus de soixante à soixante-cinq heures; quelque rapide que soit l'éclosion, elle ne l'est cependant pas plus que celle de l'œuf de la tanche et de quelques autres poissons. Mais on conçoit que, en raison même de ce prompt développement, l'animal doit naître dans un état très-imparfait. Il se montre alors en effet sous la forme d'un têtard ventru, dont la tête et le tronc sont appliqués sur une énorme vésicule ombilicale, tandis que la queue est libre, déjà très-mobile, et munie, dans tout son pourtour, d'une membrane natatoire extrêmement transparente.

» Bien qu'il paraisse complétement dépourvu de fibres musculaires striées, l'animal frétille vivement sur le porte-objet : sa taille est de $1\frac{1}{2}$ millimètre environ.

» Sa tête se distingue par l'existence de deux gros yeux encore dépourvus de pigment, la bouche n'existe pas. Il en est de même de l'intestin et de l'anus. Mais le cœur est déjà en mouvement depuis plus de douze heures, et une circulation active a lieu dans une partie de la queue (la moitié antérieure à peu près), dans la vésicule vitelline et dans le reste du corps. Pas de branchies; la respiration s'effectue alors au moyen de la peau et de la vésicule ombilicale; pas d'organes sécréteurs de la bile ou de l'urine; pas d'organes génitaux; pas de nageoires proprement dites.

» Comme chez tous les poissons et même chez tous les vertébrés, le système nerveux, formé de très-bonne heure, se compose de deux cordons parallèles qui viennent s'épanouir dans la tête, pour donner naissance aux

vésicules cérébrales. Le squelette n'est représenté encore que par la *corde dorsale*; les lames vertébrales, si elles existent, sont encore peu distinctes.

» De nombreuses taches pigmentaires se voient sur toutes les parties du corps et même sur la vésicule vitelline.

» Beaucoup d'organes qui n'existent pas encore apparaîtront plus ou moins longtemps après la naissance. De ce nombre, sont la bouche, l'intestin, le foie, la vessie natatoire (du moins chez la *perche*); les organes génito-urinaires, l'appareil hyoïdien et surtout les branchies se formeront. La circulation qui avait lieu dans la vésicule ombilicale, organe respiratoire transitoire, cessera. De nouveaux vaisseaux apparaîtront, d'autres s'atrophieront; la corde dorsale et la gaîne qui l'entoure se solidifieront pour produire le corps des vertèbres. Les vraies nageoires, ou nageoires permanentes, d'abord réduites à deux palettes pectorales que l'animal agite très-rapidement, prendront naissance aux dépens et dans l'intérieur de la membrane ou nageoire embryonnaire caudale; enfin des écailles brillantes irisées recouvriront le corps de l'animal, qui, dès ce moment, se montrera sous la forme propre à l'âge adulte.

» Telle est, en raccourci, la série des changements qui se manifesteront, à divers intervalles, chez notre poisson nouveau-né. Ces changements sont tout à fait de même nature et au moins aussi considérables et aussi nombreux que ceux qui se succèdent chez la lamproie de Planer (*Petromyzon Planeri*), chez les insectes ou chez les crustacés décapodes (*Caridina Desmarestii*, *Cancer pagurus*, etc.). Formation de parties nouvelles (bouche, intestin, appareil branchial, appareil génito-urinaire, nageoires permanentes, arcs vertébraux); disparition de parties auparavant existantes (vésicule vitelline et ses vaisseaux transitoires, membrane caudale embryonnaire).

» Modifications dans la forme du corps, dans celle du cœur, dans sa structure, d'abord toute cellulaire; dans les yeux, dès le principe privés de pigment et devenant mobiles, d'immobiles qu'ils étaient à la naissance, etc., etc. Or, *formation*, *disparition*, *modification*, tels sont les trois modes essentiels que comprend, suivant Dugès, cette opération très-complexe qu'on appelle *métamorphose*, et dont, si je ne me trompe, l'embryogénie du *macropode* en *poisson du paradis* nous a rendu témoins.

» Admettre la réalité des métamorphoses pour la *sauterelle*, par exemple, et les autres Orthoptères ou Hémiptères qui *sortent de l'œuf avec toutes leurs parties, sauf les ailes*, et refuser de croire à ce phénomène lorsqu'il s'agit des poissons osseux, tels que la *perche* ou le *macropode*, ce serait, ce me semble, tout à la fois manquer à la logique et fermer volontairement les yeux à l'évidence. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la connexion qui existe entre le système nerveux et le système musculaire dans les Hélices.* Note de **M. H. Sicard**, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans son célèbre Mémoire sur la Limace et le Colimaçon, Cuvier a signalé la *soumission*, pour employer le terme dont lui-même s'est servi, du système nerveux au système musculaire. Elle est établie, selon lui, par la *cellulosité serrée* qui unit les muscles rétracteurs des grands tentacules à l'enveloppe des ganglions cérébroïdes, et les principales languettes des muscles rétracteurs du pied à celle des ganglions sous-œsophagiens. Depuis, on s'en est tenu à cette assertion; cependant l'union de ces deux systèmes est beaucoup plus intime encore que ne l'a indiqué Cuvier, et l'étude histologique montre qu'ils sont liés directement l'un à l'autre. Ce n'est pas, en effet, simplement du tissu cellulaire qui rattache les centres nerveux aux muscles voisins; l'examen microscopique fait reconnaître dans ce tissu la présence de fibres musculaires lisses, de sorte que le système nerveux est entouré par une véritable expansion de l'appareil musculaire.

» Chez certaines espèces, cette disposition est très-manifeste, particulièrement dans le *Zonites algirus*, cet ancien Helix dont beaucoup de malacologistes font avec raison un genre à part. Chez lui, des muscles membraneux nettement figurés entourent le collier œsophagien. De la face supérieure du muscle rétracteur du pied, à sa partie externe et à la moitié à peu près de sa longueur, part de chaque côté un petit ruban musculaire, large de 2 millimètres, qui se divise bientôt en deux languettes, dont l'une, la plus externe, va se porter au tentacule supérieur et l'autre au petit tentacule; ces muscles sont connus sous le nom de muscles rétracteurs des tentacules. Or la bandelette qui constitue le second de ces muscles s'élargit, s'épanouit en éventail du côté interne, pour s'unir au névrilème du collier œsophagien et lui former ainsi avec son congénère une sorte d'encadrement musculaire; puis ce muscle va au petit tentacule, avec le nerf qui lui est destiné. D'autre part, le faisceau musculaire qui se porte au tentacule supérieur reçoit dans son intérieur le nerf tentaculaire, lequel, de son point d'origine sur le ganglion sus-œsophagien au point où il pénètre dans la cavité du muscle rétracteur, est accompagné par une bandelette *musculaire* qui l'enveloppe et qui unit ainsi les centres nerveux à ce muscle.

» La connexion que nous venons de décrire, des muscles rétracteurs des tentacules avec le collier œsophagien, et la réunion de ces deux muscles en arrière en un seul faisceau primitif, feraient désigner plus justement cet ensemble musculaire sous le nom de muscle rétracteur commun des tenta-

cules et du collier nerveux. Toutefois l'action n'en est pas aussi simple que semblerait l'indiquer cette dénomination ; car si, pendant le retrait de l'animal, toutes ces parties agissent pour produire la rétraction, elles n'agissent pas toutes de même pendant son déploiement. Alors, en effet, les portions placées en avant du collier nerveux interviennent, au moins passivement, dans sa protraction. Ces bandelettes musculaires ayant d'un côté leurs points d'attache sur les téguments, elles doivent, quand ceux-ci sont portés en avant, concourir à entraîner le collier dans ce mouvement, n'agiraient-elles que comme de simples ligaments.

» Ce n'est pas tout; l'expansion musculaire qui entoure le collier nerveux fournit, aux nerfs qui portent des ganglions sus et sous-œsophagiens, une véritable gaîne contractile. Celle-ci est souvent considérable, et alors, si l'on examine le nerf au microscope, sous un faible grossissement, ou à l'aide d'une simple loupe, on le voit se présenter avec l'apparence d'un cordon opaque et plus ou moins flexueux au milieu de cette enveloppe qui lui constitue un *névrilème externe*, dont la composition histologique doit nous arrêter un moment. On y trouve d'abord une couche superficielle conjonctive, formée de cellules volumineuses dont le diamètre mesure en moyenne 0^{m}, 05, et qui est jusqu'à un certain point comparable à l'*adventitia* des vaisseaux. Au-dessous de cette membrane celluleuse, on reconnaît la présence d'une couche musculaire formée de fibres minces et très-allongées, disposées longitudinalement. On constate aisément l'existence de ces éléments musculaires en faisant macérer, pendant trois ou quatre jours, le collier et les nerfs qui en partent, dans un mélange par parties égales d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique dilué dans 10 ou 12 parties d'eau. Il est alors facile de les isoler.

» Immédiatement autour des nerfs, on remarque une seconde enveloppe conjonctive ou *névrilème interne*, composée d'éléments celluleux peu volumineux. Ces cellules ont 0^{m},025 environ de diamètre.

» Cette double enveloppe névrilématique n'a pas encore été indiquée, que nous sachions, dans les animaux qui nous occupent. Leydig l'a observée chez les Arthropodes et dans les Annélides, où le névrilème externe est représenté par le vaisseau ventral ; il a reconnu, notamment chez le lombric, la présence d'éléments musculaires; mais nous n'avons vu nulle part l'existence de ces éléments signalée dans le névrilème des mollusques. Selon Leydig, il prend cette forme celluleuse du tissu conjonctif qu'on voit ailleurs entre les organes. Ceci n'est exact que pour la couche celluleuse superficielle et ce que nous avons dit montre combien est plus complexe la composition de ce névrilème.

» L'existence de fibres musculaires dans la gaîne qui renferme le nerf a pour effet de produire l'allongement et le raccourcissement de ce cordon musculo-nerveux; et, en effet, quand il y a contraction, les flexuosités décrites par le nerf dans son enveloppe sont d'autant plus marquées que cette contraction est plus forte; à l'état de relâchement, au contraire, le nerf suit une direction rectiligne.

» On voit que cette musculature particulière aux nerfs a un rapport physiologique manifeste avec la connexion si intime que nous avons indiquée entre le collier nerveux et l'appareil musculaire. Par suite de cette connexion, en effet, les centres nerveux liés aux muscles subissent des déplacements, en rapport avec les changements de forme que le corps éprouve quand l'animal se rétracte ou se déploie; et les nerfs eux-mêmes, grâce à l'enveloppe musculaire dont ils sont pourvus, pouvant s'allonger ou se raccourcir, forment des liens actifs qui interviennent dans les modifications qu'entraînent les mouvements de l'animal. »

VITICULTURE. — *Sur un procédé de destruction du* Phylloxera, *par l'enfouissement et la destruction ultérieure des jeunes sarments.* Note de **M. Lichtenstein.**

« J'ai l'honneur de soumettre à l'appréciation de l'Académie les résultats d'un mode de culture des vignes qui permettrait de braver les attaques du *Phylloxera*.

» L'étude attentive des mœurs de cet insecte, étude que je poursuis depuis quatre ans avec mon beau-frère le professeur Planchon, me permet d'établir que les radicelles les plus fraîches et les plus superficielles, les bourrelets formés autour des plaies des racines, sont toujours les points les plus envahis par le *Phylloxera*. D'un autre côté, dans l'emploi des remèdes toxiques, ce n'est pas par le manque d'insecticides qu'on a échoué jusqu'à ce jour, mais par la difficulté d'atteindre l'insecte à 60 ou 80 centimètres sous terre. J'ai eu alors l'idée d'offrir à notre ennemi des appâts de radicelles fraîches, faciles à procréer et à enlever, sans nuire au précieux arbuste dont il faut sauver la récolte. Ce moyen est aussi simple que peu coûteux. Voici en quoi il consiste :

» Dès qu'on a constaté sur un point de vignoble la présence du *Phylloxera*, ce qui est très-facile à voir en mai (au moins dans le département de l'Hérault), il faut enfouir à 10 ou 15 centimètres sous terre tous les sarments assez longs et assez souples pour se prêter à cette opération, en pratiquant quelques entailles, ou enlevant l'épiderme sur quelques points. Un mois après, il se sera formé des bourrelets charnus autour des blessures, et de

petites radicelles commenceront à se montrer; toutes ces parties seront bientôt couvertes de très-petits *Phylloxera*, car l'insecte, fort agile au sortir de l'œuf, court sur terre ou sous terre à la recherche d'une nourriture plus fraîche et plus succulente que la racine épuisée où a vécu la génération précédente. Il n'y a alors qu'à soulever la partie de sarment enfouie, tailler avec un sécateur le bout couvert d'insectes, et le brûler.

» Un grand propriétaire du canton de Castries, M. C. Cambon, perfectionnant encore mon idée par le buttage de la terre autour du cep jusqu'à la hauteur du collet, a eu, sur des souches complétement phylloxérées, une récolte abondante. Deux autres propriétaires, MM. Pomier-Layrargues et Edm. Castelnau, ont constaté, sur des provins enfouis au mois de juin, d'innombrables légions de tout petits *Phylloxera*.

» Enfin, cette année-ci, beaucoup de propriétaires vont, dès à présent, enfouir les sarments dans leurs vignes atteintes, afin de voir si encore, avec les beaux jours de nos automnes méridionaux, la séve est assez active pour développer des radicelles, et si les *Phylloxera* qui hivernent s'y rendront. Le résultat qu'ils obtiendront fera l'objet d'une nouvelle Communication au printemps prochain; mais, en attendant, j'ose espérer que l'Académie accueillera avec quelque intérêt la communication actuelle.

M. A. Rainaud soumet au jugement de l'Académie un procédé pour la destruction du *Phylloxera*.

Ce procédé, dont l'efficacité a déjà été constatée par l'auteur, consiste à déchausser les souches des vignes et à mettre au pied de chacune 2 à 3 kilogrammes d'un mélange formé des résidus des moulins à huile d'olive, tels qu'on les trouve dans les fosses connues sous le nom d'*enfers*, et d'un centième de sel marin. On recouvre ensuite la souche de terre. L'opération peut être faite à une époque quelconque de l'année.

M. Peyrat transmet à l'Académie qnelques documents relatifs à la poudre insectivore qu'il propose contre le *Phylloxera*.

M. Louvet transmet à l'Académie, par l'entremise de M. Larrey, quelques détails relatifs à l'emploi du sulfure d'arsenic (orpiment), dans l'Hindoustan, pour la destruction des insectes nuisibles à l'Agriculture. L'auteur pense que ce moyen de destruction pourrait être appliqué au *Phylloxera*.

Ces diverses pièces seront transmises à la Commission du *Phylloxera*.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 OCTOBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT annonce à l'Académie que M. WILD, Directeur de l'Observatoire physique de Saint-Pétersbourg, Membre de la Commission du mètre, nouvellement arrivé à Paris, assiste à la séance.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Observations sur la nature des diverses parties de la fleur (Campanulacées); par* M. A. TRÉCUL.

« J'espère avoir démontré dans ma dernière Communication les avantages qu'il y aurait à tout rapporter à la tige au lieu de tout rapporter à la feuille, en considérant celle-ci comme l'organe fondamental; ce qui n'est pas, puisque c'est la tige qui naît la première, et que c'est elle qui produit les ramifications de figures variées, destinées à remplir les fonctions diverses de la végétation et de la reproduction. Je désire aujourd'hui apporter de nouvelles preuves à l'appui de cette opinion. Le fruit des *Prismatocarpus,* à cause de sa structure manifestement caulinaire, étant un excellent point de départ, je commencerai par des Campanulacées. Mais comment reconnaître avec certitude si les plantes de cette famille ont leur ovaire composé de véritables feuilles modifiées, ou s'il est formé, comme celui des *Prismatocarpus*, par un changement survenu dans la partie supérieure du rameau pour subvenir aux besoins de la reproduction? Car c'est toujours là que gît la difficulté, et les caractères que l'on a donnés sont insuffisants.

» Je ferai remarquer tout d'abord combien il serait étrange que le fruit des *Prismatocarpus* fût une modification de la tige, et celui des autres Campanulacées une transformation de quelques feuilles.

» On a, pour décider cette question, la structure anatomique des organes et leur insertion. Elles vont nous fournir de bons caractères qui n'ont pas été observés jusqu'à ce jour, ou au moins dont l'importance n'a pas été reconnue.

» J'ai dit, dans ma Communication précédente, qu'il existe vers le sommet du pédoncule des Primulacées citées (*Lysimachia verticillata*, etc.) une anastomose des faisceaux qui se prolongent dans la fleur. Une telle anastomose, reliant tous les faisceaux à la même hauteur, formant quelquefois un plexus assez considérable, se présente au-dessous des fleurs de bon nombre de plantes. Dans ce cas, on remarque souvent qu'il y a anastomose sous chaque ordre d'organes floraux, marquant ainsi autant de mérithalles. Mais il n'y en a pas toujours sous chacun des organes en particulier. Ainsi, dans les *Nigella damascena*, *hispanica* et *arvensis*, les étamines sont disposées en séries obliques de six ou sept à dix, et les organes de chaque série sont insérés isolément les uns au-dessus des autres sur un des côtés d'une seule et même maille du système vasculaire, ordinairement sur le faisceau de droite. De plus, il est à noter que le nombre des faisceaux varie dans ces plantes et dans d'autres (*Papaver Rhœas*, etc.) avec les différents verticilles de la fleur, en sorte que le rapprochement des divers organes de celle-ci n'est pas dû seulement à une contraction d'une spirale dite génératrice, mais plutôt à une disposition anatomique particulière.

» Les Malvacées, que je décrirai plus tard, sont très-remarquables sous le rapport de leurs anastomoses. Le calicule du *Malva brasiliensis* n'a que trois folioles étroites et subulées; il reçoit trois fascicules de trois des faisceaux qui entrent dans la fleur, et que l'on voit souvent se fendre pour émettre ces fascicules; mais quand le calicule a des folioles plus larges (*Lavatera thuringiaca*, *Althœa taurinensis*, *narbonensis*, etc.), les faisceaux qui s'y rendent sont reliés par une anastomose qui décrit, d'un faisceau à l'autre, une courbe à convexité tournée vers l'extérieur, et de la surface de laquelle partent les nervures latérales des pièces du calicule. La nervure médiane est dans la prolongation des faisceaux dont partent les anastomoses. Plus haut, sous le calice, il y a une anastomose semblable, d'où naissent aussi les faisceaux qui vont aux sépales. Dans les *Abutilon striatum*, *Anoda hastata*, etc., qui n'ont pas de calicule, il n'existe que celle sur laquelle s'insèrent les faisceaux du calice.

» Chez l'*Ardisia solanacea*, les faisceaux du pédoncule sont disposés

suivant un pentagone sur les coupes transversales. Les cinq faisceaux des angles s'écartent un peu vers l'extérieur, puis un peu plus haut les cinq faisceaux du milieu des faces s'écartent aussi. Ces faisceaux écartés s'unissent par une anastomose, de laquelle partent les faisceaux des divisions du calice. Il est clair que le calice ne peut commencer qu'au point où les faisceaux anastomosés viennent de quitter ceux du pédoncule.

» Ces anastomoses, que nous venons de voir à la partie inférieure de la fleur des Malvacées et de l'*Ardisia solanacea*, n'occupent pas toujours cette position; ailleurs elles suivent l'insertion du calice. A mesure que celui-ci s'élève sur certains ovaires infères, l'anastomose subcalicinale s'élève aussi. Je pourrais en citer plusieurs exemples; mais, comme leur mention a besoin d'être accompagnée de quelques explications, le défaut d'espace me contraint à en reporter la description à une autre Communication. Au nombre de ces exemples se trouve la fleur des Campanulacées, dont je veux m'occuper exclusivement aujourd'hui. Chez elle, immédiatement au-dessous des points d'attache des sépales, des pétales et des étamines, il y a dix faisceaux, venus directement du sommet du pédoncule dans les *Platycodon grandiflorum* et *autumnale*, mais résultant de la ramification des trois, quatre ou cinq faisceaux qui ont quitté le pédoncule à la base de l'ovaire infère des Campanules, comme je le dirai plus loin. Ces dix faisceaux s'unissent par une anastomose transverse, et c'est près de là que sortent les faisceaux qui vont aux sépales, aux pétales et aux étamines. C'est de là seulement qu'il est possible de faire naître ces organes.

» Quand le nombre des faisceaux qui s'écartent au sommet du pédoncule, pour entrer dans la paroi ovarienne, est de cinq, ce qui est assez rare, les partisans de la théorie des carpelles-feuilles peuvent chercher à se faire illusion, parce qu'alors ce nombre des faisceaux correspond à celui des sépales, comme on l'a prétendu pour le *Campanula medium*. On peut s'imaginer que les cinq faisceaux qui entrent dans la fleur contiennent confondus, fusionnés, les faisceaux des sépales, des pétales, des étamines et des prétendues feuilles carpellaires, qui seraient « *non encore vasculairement distincts* » (*Ann. Sc. nat.*, 5e série, t. IX, p. 199). C'est en se fondant sur cette hypothèse que M. Van Tieghem a pu dire en parlant de l'ovaire des Campanulacées : « Il en résulte que si, sur la section transversale d'un » organe floral complexe, on ne rencontre pas vers la base un nombre » de faisceaux au moins égal à celui des appendices simples qui s'en » séparent plus haut, il n'est pas légitime d'en conclure (comme l'a fait » M. Trécul en 1843) que l'organe en question est un *axe*, et qu'il n'est pas » formé par les bases soudées des appendices supérieurs (*l. c.*, p. 141). »

Cette assertion n'est pas exacte. Ce n'est pas seulement parce que le fruit ou l'ovaire des *Prismatocarpus* ne contient que dix à douze faisceaux vasculaires comme le pédoncule que j'ai prétendu que ce fruit est le résultat d'une modification de la tige : c'est surtout à cause de la constitution évidemment caulinaire que lui donne la couche fibreuse continue qu'il renferme, laquelle couche n'a même pas été mentionnée par M. Van Tieghem.

« L'ovaire des Campanulacées, que ce botaniste décrit d'après ce qu'il aurait vu dans le *Campanula medium*, serait donc constitué par cinq faisceaux représentant, fusionnés, ceux des feuilles carpellaires, des feuilles staminales et des feuilles calicinales, qui se sépareraient plus haut par un dédoublement radial. Les pétales ne résulteraient pas directement de ce dédoublement. *Chacun d'eux serait une dépendance des deux sépales voisins*, dont il recevrait ses éléments vasculaires (*l. c.*, page 199).

» Ce qui suit va montrer que cette opinion n'est pas admissible ; mais, avant d'aller plus loin, je crois devoir faire remarquer à l'Académie que, en critiquant les assertions de M. Van Tieghem, je ne fais que défendre mes opinions attaquées par ce botaniste, et que, dans la discussion, il néglige l'élément le plus important de mon argumentation, la présence d'une couche fibreuse dans les parois de l'ovaire des *Prismatocarpus*. Et d'ailleurs ce n'est pas pour la satisfaction de montrer qu'un contradicteur s'est trompé que je discute son assertion, c'est parce qu'il s'agit d'une des théories les plus importantes de la botanique. En ce qui concerne l'ovaire des Campanulacées, M. Van Tieghem raisonne comme si le nombre des faisceaux qui arrivent à la fleur était toujours de cinq. Voici ce qui a lieu :

» En entrant dans la base de l'ovaire de ces plantes, le système vasculaire du pédoncule se dispose en trois, en quatre, en cinq ou même tout de suite en dix faisceaux, qui s'écartent les uns des autres en évasant le sommet du pédoncule. Ordinairement un peu au-dessus du commencement de cet évasement, ces faisceaux émettent des *processus* qui s'avancent vers le centre de la fleur, où ils vont constituer ce que l'on a appelé la columelle, sur laquelle je reviendrai plus loin. Je me contente de dire en ce moment qu'ils sont si faibles dans les *Prismatocarpus*, que l'on ne saurait être tenté de les regarder comme la continuation exclusive de l'axe, surtout en présence de la couche fibreuse de la paroi périphérique.

» Quand le nombre des faisceaux est de trois à la base de la fleur, chacun d'eux émet, à des hauteurs diverses, deux ramifications latérales, ce qui porte leur nombre à neuf; puis l'un de ces neuf faisceaux se bifurquant porte à dix ce nombre des faisceaux de l'ovaire. Alors ces dix fais-

ceaux sont répartis comme lorsqu'il y en a dix dès le début, de façon que cinq aboutissent au-dessous de la nervure médiane des sépales et des étamines, et les cinq autres au-dessous de celle des pétales et des petites dents réfléchies qui existent entre les sépales de certaines espèces (*Campanula lamiifolia, Trachelium, bononiensis*, etc.). Avant d'arriver aux sépales et aux pétales, ces dix faisceaux s'unissent entre eux, comme je l'ai dit, par une anastomose transversale. L'une des plantes les plus propres à nous éclairer sur la constitution de cette anastomose est le *Campanula peregrina*. On y voit nettement la signification de cette anastomose et la manière dont les dix faisceaux verticaux de la paroi ovarienne concourent à sa production, ainsi qu'à celle des faisceaux des sépales. Cinq de ces faisceaux verticaux donnent la nervure médiane des sépales, de la base même de laquelle part de chaque côté un fort cordon vasculaire qui s'étend transversalement, en émettant des nervures secondaires du sépale placé au-dessus. Des cinq faisceaux verticaux ovariens que surmontent les nervures médianes des pétales, et qui alternent avec les cinq précédents, émanent à droite et à gauche une ou deux branches qui se prolongent dans les côtés des deux sépales voisins. Les inférieures de ces branches rencontrent celles qui viennent en sens opposé de la base des nervures médianes des sépales, s'unissent à elles et donnent lieu ainsi à l'anastomose transverse.

» Dans quelques espèces, ces anastomoses forment des arceaux bien définis entre les faisceaux verticaux. On n'en voit sortir à la face supérieure que les faisceaux latéraux des sépales, qui semblent encore venir du sommet des faisceaux subpétalins (*C. pyramidalis*, etc.). Ailleurs, il y a en outre, au-dessus de l'anastomose, des faisceaux transverses partis de la nervure médiane de chaque sépale, et qui vont à la rencontre des faisceaux latéraux du même sépale, et d'une branche horizontale venue des faisceaux similaires du sépale voisin. Ils s'unissent ou non avec l'anastomose arquée placée au-dessous. Dans ce cas, c'est de ces faisceaux transverses supérieurs que naissent principalement les nervures verticales secondaires de la partie inférieure des sépales (*Platycodon grandiflorum*).

» L'insertion des pétales est moins compliquée; mais chacun d'eux n'est pas inséré sur deux sépales, comme on l'a dit (*l. c.*, p. 199). Leur nervure médiane est dans le prolongement des faisceaux verticaux alternes avec ceux qui produisent la nervure médiane des sépales. Cette nervure médiane des pétales émet de chaque côté, près de sa base, une branche qui s'étend horizontalement et qui se relève ensuite verticalement près de la limite du pétale auquel elle appartient, de manière que les ramifications semblables de deux pétales voisins montent ainsi parallèlement, à petite

distance l'un de l'autre, dans la partie tubuleuse de la corolle, en s'unissant çà et là par des faisceaux interposés. D'autres fascicules émanent, soit de la nervure médiane, soit des nervures horizontales basilaires et de leur partie redressée, et sont dispersés en réseau dans les deux moitiés de chaque pétale (*Campanula lamiifolia, Trachelium*, *peregrina*, *Grossekii*, *glomerata*, *pyramidalis*, *Rapunculus*, *Phyteuma canescens*, *Symphyandra pendula*).

Les filaments des étamines, toujours dilatés à la base, comme l'on sait, reçoivent leur nervure médiane du faisceau vertical qui fournit celle du sépale placé derrière. Comme chez les pétales, il part de la nervure médiane de la plupart des espèces étudiées une branche horizontale dont les ramifications montent dans la partie élargie et basilaire du filament (*Campanula Trachelium*, *glomerata*, *lamiifolia*, *Platycodon autumnale*). Dans les étamines des *Platycodon grandiflorum*, *Campanula rotundifolia*, ces branches horizontales, ainsi que celles de la corolle des mêmes plantes, ont offert une anastomose avec le réseau des fascicules périphériques. Enfin, chez le *Campanula pyramidalis* et le *Phyteuma canescens*, la nervure médiane du filament paraissait exister seule, sans ramifications latérales à sa base.

» N'est-il pas évident que cette insertion des sépales, des pétales et des étamines accuse la base réelle de ces organes?

» La partie libre de l'ovaire est non moins instructive. Les faisceaux verticaux de sa partie infère, dont il vient d'être question, sont reliés entre eux et avec les faisceaux de la columelle à travers les cloisons par des fascicules déliés. Au-dessous de la partie libre de l'ovaire, et pour se répandre en elle, il émane des faisceaux périphériques deux sortes de faisceaux. Il y a d'abord, au-dessus de chaque loge, le faisceau principal, appelé à tort la *nervure médiane* de la feuille carpellaire, parce que chacun de ces faisceaux passe radialement au-dessus du milieu de la loge. Il est inséré à la périphérie de l'ovaire, tantôt sur un faisceau qui monte à une étamine, tantôt sur un faisceau qui va à l'un des pétales, tantôt sur un faisceau secondaire né du réseau périphérique; ces prétendues nervures médianes aboutissent par l'autre extrémité à la base du style.

» Les autres faisceaux du plancher ovarien des Campanules, partis de même, soit des faisceaux verticaux du réseau périphérique, soit des faisceaux secondaires, se répandent en nombre très-variable dans ce plancher. Quand ils sont nombreux (*C. Rapunculus*), ils forment un réseau remarquable à deux points de vue : 1° ils sont ordinairement tout à fait indépendants de la prétendue nervure médiane, avec laquelle ils ne contractent pas

d'anastomoses, ou seulement de fort rares, une ou deux tout au plus (*C. lamiifolia*), qui n'ont point du tout l'aspect des nervures latérales d'une feuille; 2° on les voit souvent, au contraire, s'unir avec les faisceaux des cloisons placées au-dessous, mais fréquemment aussi leur réseau va du plancher d'une loge dans le plancher d'une autre loge, en passant sur les cloisons sans y créer la démarcation qui existe entre les faisceaux de deux pétales voisins (*C. Rapunculus*). Par cette dernière circonstance, et à cause de l'isolement des prétendues nervures médianes, on ne saurait regarder la partie libre de l'ovaire comme formée par des feuilles carpellaires. Sa structure ne rappelle en rien celle des feuilles. Si l'on ajoute à cela la constitution fibreuse de la paroi ovarienne des *Prismatocarpus*, on sera convaincu que l'ovaire entier n'est pas de nature foliaire. Cette opinion pourra encore être autorisée par la structure de la partie libre des parois de l'ovaire des *Platycodon grandiflorum* et *autumnale*, dans lesquelles les faisceaux sont nombreux et répartis sur plusieurs plans, et non sur un seul comme dans les feuilles ordinaires. Là encore on peut aisément observer l'isolement de la prétendue nervure médiane dans son trajet depuis sa base jusqu'à son arrivée dans le style. Il est très-facile de voir le réseau des nombreux fascicules vasculaires passant par-dessus cette nervure dite *médiane*, sans s'unir à elle. Rien dans cette partie supérieure de l'ovaire des *Platycodon* nommés ne rappelle la structure d'une feuille.

» Voyons maintenant la composition de la columelle. On remarque souvent qu'à l'insertion des processus vasculaires qui y arrivent des faisceaux divergeant du sommet du pédoncule évasé, ceux-ci, ployés en gouttière, ont pris en ce point la forme tubuleuse, qu'ils perdent un peu plus haut, pour la reprendre au-dessous des ramifications qu'ils envoient dans les sépales, les pétales et les étamines (*C. bononiensis*, etc.). Les processus qui vont à la columelle peuvent être eux-mêmes tubuleux, et, en s'unissant au centre de l'ovaire, ils forment assez souvent, au moins par leur tissu libérocribreux, quelquefois par le tissu ligneux qu'ils peuvent renfermer (*C. Trachelium*, *bononiensis*), un tube complet ou non qui, plus haut, se partage en faisceaux opposés, les uns aux cloisons, les autres aux placentas, dans lesquels ils envoient des rameaux. Au-dessus des placentas, il ne reste, sur un espace plus ou moins étendu, que les faisceaux opposés aux cloisons (*Platycodon grandiflorum*, *Campanula lamiifolia*). M. Van Tieghem étant le principal représentant de la théorie des carpelles-feuilles, je suis encore obligé de le citer. Comme, au-dessous de l'insertion des placentas, les faisceaux de la columelle ont leurs vaisseaux tournés vers le centre, ce botaniste regarde cette partie comme le prolongement de l'axe. A partir du point où les fais-

ceaux se divisent pour envoyer des ramifications aux placentas, l'axe cesse et les faisceaux deviennent appendiculaires, d'après le même auteur. Je ferai remarquer à cet égard que, depuis les objections que je lui ai adressées, M. Van Tieghem, qui avait la même opinion sur le placenta des Primulacées, prétend aujourd'hui qu'il est en entier constitué par des *appendices des feuilles carpellaires* (*Ann. Sc. nat.*, t. XII, p. 334). Ce dernier avis, fondé sur une erreur anatomique, est aussi défectueux que l'était le premier.

» Je crois donc que quiconque examinera avec attention et sans idée préconçue la constitution générale de la partie supérieure et libre de l'ovaire, ainsi que la partie infère des parois de celui-ci, demeurera convaincu qu'il n'existe point là de feuilles carpellaires, et que les étamines et les enveloppes florales ont leur insertion vraie au sommet de cette partie infère.

» Les trois faisceaux opposés aux cloisons, et qui terminent la columelle des Campanules, arrivent sous la base du style, où parviennent aussi les trois prétendues nervures médianes. Là, sur les coupes transversales, ces dernières sont placées aux angles d'un triangle, dont les trois faisceaux prolongeant la columelle occupent le milieu des faces. Au centre de la figure est une petite cavité qui n'est autre que le prolongement du canal qui parcourt longitudinalement le style, et que l'on peut suivre, dans le *Platycodon autumnale*, jusqu'auprès de l'insertion des ovules.

» En montant dans le style, ces six faisceaux restent disposés suivant les angles d'un prisme triangulaire, ou se rangent circulairement, et, dans quantité d'espèces, ils ont manifestement leurs vaisseaux tournés vers le centre, comme dans un petit axe, avec des laticifères vers l'extérieur. Ces faisceaux se divisent, se multiplient dans la partie supérieure du style et dans les stigmates, où ils contractent entre eux des anastomoses souvent nombreuses, principalement vers le sommet de ceux-ci. Dans le style des *Platycodon autumnale* et *grandiflorum* les faisceaux sont plus nombreux que dans celui des Campanules, d'abord parce qu'il y a cinq loges dans l'ovaire, ensuite parce qu'il y a des faisceaux sur plusieurs plans, surtout vers la base de l'organe. Je dirai seulement ici que leur disposition relative rappelle, vers le bas du style, celle qu'ils ont dans les parois de l'ovaire et dans les cloisons (*Pl. grandiflorum*). Il y a, en effet, dix faisceaux principaux vers la périphérie : cinq opposés aux fentes qui prolongent les loges, et cinq opposés aux épaississements continuant en quelque sorte les cloisons. Vers la face interne de ces parties épaisses, il y a un autre faisceau assez volumineux, opposé à un périphérique. Des fascicules beaucoup plus faibles sont répandus dans ce tissu épaissi. En montant dans le style, ces faisceaux s'unissent les uns aux autres; leur nombre, considérable à la base, diminue

vers le haut, et ceux qui restent se comportent dans les stigmates comme ceux des Campanules, du *Phyteuma canescens* et du *Symphyandra pendula*, c'est-à-dire qu'ils s'anastomosent comme je viens de le dire.

» *Conclusions.* — On voit par ce qui précède que, si l'on admet l'existence de feuilles carpellaires, il faut avoir recours à une série d'hypothèses, dont la principale consisterait dans la fusion des feuilles carpellaires avec les feuilles staminales, les feuilles pétalines, les feuilles calicinales, dans le seul but d'attribuer à ces diverses sortes de feuilles une insertion normale sur la tige, au-dessous de l'ovaire infère que forme leur prétendue soudure. Au contraire, si l'on se refuse à faire aucune hypothèse, si l'on accepte ce qui frappe les yeux, on dit que la tige, représentée par le pédoncule, s'évase à son sommet, qu'elle se creuse de trois ou cinq loges qui contiennent les ovules, et que les étamines, les pétales et les sépales sont normalement insérés sur cette tige modifiée, c'est-à-dire sur l'ovaire infère; enfin que le fruit, qui est un organe particulier au même titre que la feuille, et qui conserve quelquefois la structure générale de la tige, n'est qu'une des formes de la ramification de celle-ci, comme la feuille, mais ayant souvent sa constitution spéciale, comme la feuille et la racine également. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles expériences pour démontrer que le germe de la levûre qui fait le vin provient de l'extérieur des grains de raisin.* Note de **M. L. Pasteur.**

« J'ai préparé quarante ballons à cols sinueux du genre de ceux qui m'ont servi à démontrer que l'altération des matières organiques est due à des germes d'organismes microscopiques en suspension dans l'atmosphère, avec cette différence, toutefois, que la tubulure du ballon étirée en col de cygne n'est pas seule. Chaque ballon porte une seconde tubulure droite fermée par un tube en caoutchouc muni d'un bouchon de verre. Dans les quarante ballons j'introduis du moût de raisin filtré parfaitement limpide, et qui, comme tous les liquides un peu acides que j'ai employés autrefois, demeure intact après son ébullition, quoique l'extrémité du col sinueux soit ouverte.

» Dans quelques centimètres cubes d'eau, je lave un fragment d'une grappe de raisin. Au microscope, je constate l'existence d'une multitude de corpuscules organisés, ressemblant, à s'y méprendre, soit à des spores de moisissure, soit à une levûre alcoolique, soit enfin à du *mycoderma vini* (1).

(1) Il existe surtout, parmi ces corpuscules, des groupes de cellules caractérisés par une

Cela fait, dans dix des quarante ballons, je ne sème rien; dans dix autres, je dépose, à l'aide de la seconde tubulure droite dont j'ai parlé, quelques gouttes du liquide d'eau de lavage des grains de raisin. Dans une troisième série de dix autres ballons, je dépose quelques gouttes du même liquide, mais préalablement porté à l'ébullition et refroidi.

» Enfin, dans les dix ballons restants, j'introduis une goutte de jus de raisin pris dans les grains mêmes, non écrasés. A cet effet, la seconde tubulure droite est un peu recourbée et effilée en pointe fine fermée à la lampe. Cette pointe, à laquelle on a fait au préalable un trait de lime, est enfoncée dans un grain de raisin et, lorsqu'on sent que la pointe effilée touche au support sur lequel se trouve le grain, on presse légèrement, de façon à briser cette pointe au trait de lime; alors, si l'on a eu soin de déterminer une faible diminution de pression de l'air du ballon, une goutte du jus intérieur du grain de raisin pénètre dans le ballon; on retire la pointe effilée et on la ferme à la lampe immédiatement.

» Voici les résultats de ces quatre séries d'expériences comparatives. La première série ne donne aucune production; le moût de raisin reste intact, et il pourra rester tel pendant des années; dans la deuxième série, on voit apparaître des flocons de *mycelium* et de la levûre de bière, et les jours suivants du *mycoderma vini*. Au bout de quarante-huit heures, les dix ballons sont en pleine fermentation si l'on opère à la température de l'été. La troisième série n'a pas donné un seul ballon altéré, le moût est resté limpide comme dans les dix ballons de la première série et il restera tel indéfiniment. Enfin, dans la quatrième série, un seul ballon s'est altéré par suite des causes d'erreurs inévitables dans des expériences aussi délicates.

» La conclusion de ces expériences n'est pas douteuse. La levûre qui fait fermenter le raisin dans la cuve de vendange vient de l'extérieur et non de l'intérieur des grains. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la génération des ferments.* Note de **M. E. Fremy**, à propos de la Communication précédente de M. Pasteur.

« Plusieurs mois se sont écoulés depuis ma dernière Communication sur les phénomènes de fermentation; pendant ce temps j'ai poursuivi mes recherches avec ardeur et j'ai consacré tout l'été à des expériences qui, je l'espère, pourront jeter un jour nouveau sur la génération des ferments.

---

couleur jaune, réguliers ou irréguliers, dont l'importance est capitale dans le sujet qui nous occupe. Très-prochainement j'en présenterai l'étude à l'Académie.

» J'aurais voulu ne prendre la parole, devant l'Académie, qu'après avoir complété les essais que je fais en ce moment et qui se rapportent à la fermentation du suc de raisin.

» Mais la Communication de M. Pasteur, que l'Académie vient d'entendre, m'impose l'obligation de présenter immédiatement quelques observations à notre savant confrère.

» L'Académie connaît la différence fondamentale qui existe entre la théorie de M. Pasteur, sur la génération des ferments, et celle que je soutiens.

» M. Pasteur admet qu'une liqueur ne fermente que lorsqu'elle a reçu les germes de ferments que l'air charrie sans cesse et qu'il sème dans les milieux fermentescibles.

» Moi je prétends que les fermentations qui se produisent, comme on le sait, en tous lieux et en toutes saisons, ne peuvent pas être soumises au hasard des poussières atmosphériques, et que les ferments, semblables aux principes immédiats des végétaux et aux autres organismes, sont créés par l'organisation même.

» Il est bien entendu que cette théorie ne me fait pas fermer les yeux sur les phénomènes de décomposition *accidentels* et *secondaires* dus aux spores répandus inégalement dans l'air, dont l'existence est prouvée depuis si longtemps, mais qui ne se retrouvent plus dans un air purifié par la pluie.

» Toutes les argumentations de M. Pasteur reposent sur une confusion inadmissible que notre confrère veut établir entre l'action des moisissures et celle des ferments.

» Je l'ai déjà signalée précédemment, et elle se présente de nouveau dans la Communication que l'Académie vient d'entendre.

» Lorsqu'on demande à M. Pasteur de démontrer dans l'air la présence des germes de ferments, il répond en prouvant que l'air contient des spores de moisissures.

» C'est le même système d'argumentation que M. Pasteur emploie encore aujourd'hui : sa Communication a pour but d'établir qu'il existe à la surface du raisin des spores qui produisent des moisissures et que ces moisissures déterminent ensuite la fermentation du suc de raisin.

» J'admets parfaitement ce fait, et je soutiens que, loin de confirmer la théorie de M. Pasteur, il vient appuyer les idées que j'ai émises sur la génération des ferments.

» En effet, dans mes Communications précédentes, j'ai démontré que les ferments pouvaient être engendrés par les cellules vivantes, par les orga-

nismes les plus divers *et même par les moisissures* : le Mémoire que je prépare confirmera toutes ces assertions.

» Le fait observé par M. Pasteur rentre donc dans les phénomènes secondaires de fermentation que j'ai signalés : *mais il n'explique en aucune façon la fermentation du moût de raisin qui se produit directement, sans l'intermédiaire des moisissures et sous l'influence du ferment que les cellules du fruit engendrent.* »

Réponse de **M. Pasteur.**

« Les expériences dont je viens de rendre compte à l'Académie n'ont d'autre prétention que de prouver rigoureusement que le jus naturel du raisin n'est pas susceptible de fermenter par lui-même, qu'il n'entre en fermentation qu'à la suite de l'introduction des germes de levûre, déposés à l'extérieur des grains, qu'en un mot ni les matières albuminoïdes du jus de raisin, ni les cellules de son parenchyme ne sont capables de se transformer en cellules de levûre, au contact de l'oxygène de l'air atmosphérique, faits qui sont diamétralement contraires aux opinions que M. Fremy a émises, sans preuves à l'appui, devant l'Académie. »

M. Dumas demande à M. Pasteur de compléter son importante Communication et de faire connaître à l'Académie les expériences nouvelles qu'il a effectuées sur le rôle des cellules en général, considérées comme agents de fermentation dans certaines conditions déterminées. Le principe mis en évidence par ces expériences lui semble destiné à exercer désormais une influence capitale dans l'étude des phénomènes de la vie. L'Académie et les hôtes éminents qui honorent la séance de leur présence entendraient avec un vif intérêt l'exposé de ces faits, qui pourraient bien faire époque dans l'histoire de la Physiologie générale.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Faits nouveaux pour servir à la connaissance de la théorie des fermentations proprement dites.* Note de **M. L. Pasteur.**

« Je me rends avec plaisir à l'invitation de M. le Secrétaire perpétuel, que je remercie de ses paroles bienveillantes.

» Depuis longtemps j'ai été conduit à envisager les fermentations proprement dites comme des phénomènes chimiques corrélatifs d'actions physiologiques d'une nature particulière. Non-seulement j'ai démontré que leurs ferments ne sont point des matières albuminoïdes mortes, mais bien des êtres vivants; j'ai provoqué, en outre, la fermentation du sucre, de l'acide lactique, de l'acide tartrique, de la glycérine, et plus généralement de

toutes les matières fermentescibles dans des milieux exclusivement minéraux, preuve incontestable que la décomposition de la matière fermentescible est corrélative de la vie du ferment, qu'elle est un de ses aliments essentiels : par exemple, dans les conditions que je rappelle, il est impossible que, dans la constitution des ferments qui prennent naissance, il y ait un seul atome de carbone qui ne soit enlevé à la matière fermentescible.

» Ce qui sépare les phénomènes chimiques des fermentations d'une foule d'autres et particulièrement des actes de la vie commune, c'est le fait de la décomposition d'un poids de matière fermentescible bien supérieur au poids du ferment en action. Je soupçonne depuis longtemps que ce caractère particulier doit être lié à celui de la nutrition en dehors du contact de l'oxygène libre. Les ferments seraient des êtres vivants, mais d'une nature à part, en ce sens qu'ils jouiraient de la propriété d'accomplir tous les actes de leur vie, y compris celui de leur multiplication, sans mettre en œuvre, d'une manière nécessaire, l'oxygène de l'air atmosphérique. Qu'on se souvienne de ces singuliers infusoires qui provoquent la fermentation butyrique, ou la fermentation tartrique, ou certaines putréfactions, et qui non-seulement peuvent vivre et se multiplier à l'abri du contact du gaz oxygène, mais qui périssent et cessent de provoquer la fermentation si l'on vient à faire dissoudre ce gaz dans le milieu où ils se nourrissent. Ce n'est pas tout. Par des expériences précises, faites avec de la levûre de bière, j'ai montré que, si la vie de ce ferment avait lieu partiellement par l'influence du gaz oxygène libre, cette petite plante cellulaire perdait, en proportion de l'intensité de cette influence, une partie de son caractère ferment, c'est-à-dire que le poids de levûre, qui prend naissance dans ces conditions pendant la décomposition du sucre, s'élève progressivement et se rapproche du poids du sucre décomposé au fur et à mesure que la vie se manifeste en présence de quantités croissantes de gaz oxygène libre.

» Guidé par tous ces faits, j'ai été conduit peu à peu à envisager la fermentation comme une conséquence obligée de la manifestation de la vie, quand la vie s'accomplit en dehors des combustions directes dues au gaz oxygène libre.

» On peut entrevoir, comme conséquence de cette théorie, que tout être, tout organe, toute cellule qui vit ou qui continue sa vie sans mettre en œuvre l'oxygène de l'air atmosphérique ou qui le met en œuvre d'une manière insuffisante pour l'ensemble des phénomènes de sa propre nutrition doit posséder le caractère ferment pour la matière qui lui sert de source de chaleur totale ou complémentaire. Cette matière paraît devoir être forcément oxygénée et carbonée, puisque, comme je le rappelais tout

à l'heure, elle sert d'aliment au ferment. Toutes les matières fermentescibles comptent, en effet, ces deux corps simples au nombre de leurs principes élémentaires. Je viens apporter à cette théorie nouvelle, que j'ai déjà proposée à diverses reprises, quoique timidement, depuis l'année 1861, l'appui de faits nouveaux qui, cette fois, je l'espère, entraîneront les convictions.

» Considérons un liquide sucré, propre à la nourriture des ferments, contenu dans un vase disposé de telle sorte qu'on puisse ensemencer ce liquide avec une production organisée spéciale, sans craindre que d'autres organismes puissent venir s'y associer ultérieurement, à l'insu de l'expérimentateur, par voie d'ensemencement spontané, c'est-à-dire par les germes en suspension dans l'air atmosphérique.

A la surface de ce terrain ainsi préparé, déposons une trace de *mycoderma vini* pur. Les jours suivants, la moisissure recouvrira peu à peu tout le liquide sous forme d'un voile continu.

» Cela posé, il est facile de constater que le développement du mycoderme dans ces conditions donne lieu à une absorption de gaz oxygène atmosphérique qui est remplacé par un volume à peu près égal de gaz acide carbonique, et d'autre part qu'il ne se forme pas du tout d'alcool (1).

» Répétons cette expérience exactement dans les mêmes conditions, avec cette seule différence que, quand le voile sera continu, nous agiterons le vase pour disloquer ce voile et le submerger autant que cela est possible, car les matières grasses dont il est accompagné empêchent qu'il ne soit mouillé en totalité. Le lendemain, souvent après quelques heures déjà, lorsqu'on opère à la température de 25 à 30 degrés, on voit s'élever sans cesse du fond du vase de petites bulles de gaz qui annoncent que la fermentation du liquide sucré a commencé. Elle continue les jours suivants, quoique toujours faible, et il est facile de constater dans le liquide la présence d'une quantité sensible d'alcool. Une observation attentive, faite au microscope, des cellules ou articles du mycoderme submergé, montre que ces articles ne se reproduisent pas, mais qu'ils se gonflent pour la plupart, et que la structure intérieure de leur *plasma* se modifie profondément.

---

(1) J'ai annoncé que le *Mycoderma vini* avait deux manières de vivre, qu'il était moisissure ou ferment suivant les circonstances, et que la levûre de bière, dite levûre basse, n'était autre que le ferment dans lequel ce mycoderme se transformait quand il est privé du contact de l'oxygène de l'air. Ces assertions ne sont pas de tout point conformes à la vérité; ou mieux, les phénomènes qu'elles caractérisent ont une complication qui m'avait échappé. Je serai bientôt en mesure de les faire connaître dans toutes leurs particularités.

Cette observation est ici nécessaire, puisque je parle en ce moment du *mycoderma vini* dans des termes qui ne rentrent pas exactement dans les assertions que je viens de rappeler.

» Si la fermentation s'arrête, on peut la faire reprendre en disloquant de nouveau le voile qui s'est reformé.

» L'interprétation de ces faits ne paraît pas douteuse. Dans ces deux expériences comparatives, nous avons sous les yeux des cellules qui prennent ou perdent, au gré de l'opérateur, le caractère ferment. Or, quelle est, dans les deux cas, la différence des conditions d'existence pour les cellules du *mycoderma vini?* Il n'y en a qu'une, qui est irrécusable. Dans le premier cas, la vie de la plante a lieu au niveau du liquide, en présence de l'air atmosphérique ou, mieux, du gaz oxygène, tandis que, dans le second, elle s'accomplit hors de son influence ou, du moins, au contact de quantités d'oxygène extrêmement faibles, parce que celui qui tend à se dissoudre dans le liquide est retenu par la vie des cellules restées à la surface. La vie n'est pas éteinte dans les cellules submergées, le microscope le démontre; mais cette vie se fait ou, mieux, se poursuit avec privation d'air, et alors ces cellules provoquent la fermentation.

» Je ne parle pas des cas où les spores semées donnent de la vraie levûre de bière; j'y reviendrai ailleurs. Nous voyons, en un mot, dans cette double expérience, d'un côté, la vie ou la multiplication de cellules, avec absorption et mise en œuvre de gaz oxygène libre, et formation d'un volume correspondant de gaz carbonique; d'un autre côté, la continuation de la vie d'une partie de ces mêmes cellules submergées, sans intervention de gaz oxygène, mais avec apparition corrélative de la fermentation alcoolique, c'est-à-dire un dégagement continu de bulles de gaz acide carbonique et une production d'alcool. Chose curieuse, et assurément remarquable, ces mêmes expériences réussissent avec les moisissures proprement dites. Le *Penicilium glaucum*, par exemple, qui vit en présence du gaz oxygène libre, et qui dispose de ce gaz autant qu'il en peut consommer pour accomplir tous les actes de sa nutrition et de son développement rapide, ne produit pas du tout d'alcool; mais si, lorsqu'il est en pleine vie, on lui refuse ce gaz, si on le submerge ou si, vivant à la surface de son *substractum*, on gêne l'arrivée de l'air atmosphérique, aussitôt la vie de la moisissure, les changements qui s'effectuent dans le *plasma* de ses spores en germination, de son *mycelium*, s'accompagnent de la formation de quantités d'alcool et de bulles de gaz acide carbonique en rapport avec la durée des actes de nutrition de la moisissure dans les nouvelles conditions dont je parle.

» La levûre de bière, ce type des ferments, et les autres ferments organisés que j'ai découverts nous apparaissent dès lors comme des plantes ou animalcules qui ne diffèrent des organismes inférieurs qu'en ce qu'ils ont

la faculté de vivre et de se multiplier à l'abri du contact de l'air, d'une manière régulière et prolongée.

» Je suis porté à croire que le mystère de la fermentation se trouve dévoilé par ces résultats inattendus. Ce que nous appelons ferments organisés sont des organismes qui peuvent continuer pour un temps leur vie et même se régénérer, sans que l'oxygène libre doive nécessairement intervenir pour brûler et mettre en œuvre les matériaux de leur nutrition; des organismes, en d'autres termes, qui peuvent s'assimiler directement des matières oxygénées, le sucre par exemple, capables de fournir de la chaleur par leur décomposition. Envisagée sous ce point de vue, la fermentation nous apparaît comme un cas particulier d'un phénomène extrêmement général, et l'on pourrait dire que tous les êtres sont des ferments dans certaines conditions de leur vie; car il n'en est pas chez lesquels on ne puisse momentanément suspendre l'action du gaz oxygène libre. Que l'on frappe de mort par asphyxie, par section de nerfs, etc., un être quelconque ou un organe dans cet être, ou dans cet organe un ensemble de cellules, la vie physique et chimique, ne pouvant être instantanément suspendue, se poursuivra, et si cela a lieu sous la condition de la privation de gaz oxygène libre (intérieur ou extérieur), alors l'être, l'organe, les cellules prendront forcément la chaleur dont ils ont besoin pour les nouveaux actes de nutrition, ou de mutation dans leurs tissus aux matériaux qui les entourent; dès lors, ils les décomposeront, et l'on verra apparaître le caractère propre des fermentations, si la quantité de chaleur développée correspond à la décomposition d'un poids de la matière fermentescible sensiblement supérieur au poids des matériaux mis en œuvre corrélativement par l'être, par l'organe ou par la cellule.

» Les faits suivants m'apparaissent comme la déduction logique de ces principes.

» M. Bérard, dans un Mémoire qui est un modèle de sagacité et de méthode expérimentale, nous a appris que, lorsque des fruits sont placés dans l'air ou dans le gaz oxygène, il disparaît un certain volume de ce gaz en même temps qu'il y a formation d'un volume à peu près égal de gaz acide carbonique. Si ces fruits sont abandonnés, au contraire, dans le gaz acide carbonique ou dans un autre gaz inerte, il y a encore formation de gaz acide carbonique en quantité notable, comme par une sorte de fermentation, dit M. Bérard.

» Voici, à mon sens, la véritable interprétation de ces faits. Lorsqu'un fruit, et en général un organe quelconque, est séparé de la plante ou de

l'animal dont il faisait partie, la vie n'est pas éteinte dans les cellules qui le composent. La maturation des fruits en dehors de l'arbre qui les portait en est une preuve palpable. Si l'air est présent, l'oxygène intervient et prend part aux changements qui s'accomplissent dans l'intérieur du fruit.

» La chaleur est fournie par la combustion qui en résulte, combustion à laquelle le sucre prend sans doute une large part; mais alors la nutrition est de l'ordre de la nutrition du fruit sur l'arbre, de la nutrition ordinaire, de celle qui s'accomplit chez les êtres vivants et qui est caractérisée par cette circonstance, que le poids des matériaux transformés ou mis en œuvre est comparable à celui des matériaux qui servent à l'alimentation.

» Dans ces conditions, pas plus que dans la vie du *mycoderma vini*, au libre contact de l'air, l'alcool et l'acide carbonique ne sauraient apparaître que d'une manière accidentelle. C'est alors que pour un volume d'acide carbonique produit, un volume à peu près égal d'oxygène est consommé. C'est la combustion respiratoire ordinaire.

» Que le fruit, au contraire, soit placé dans une atmosphère d'acide carbonique, la vie se poursuit aussitôt en empruntant à la décomposition du sucre la chaleur dont elle a besoin pour se manifester; les cellules sont alors dans la condition des cellules des ferments qui vivent en dehors du gaz oxygène libre. C'est le cas des cellules du *mycoderma vini* qu'on vient de submerger.

» En effet, à peine le fruit est-il placé dans le gaz carbonique qu'aussitôt du gaz carbonique se produit, ainsi que de l'alcool, en faible quantité assurément, mais assez grande cependant pour que, dans une de mes expériences, vingt-quatre *prunes de Monsieur*, détachées de l'arbre et placées dans le gaz carbonique, m'aient fourni, après quelques jours, $6^{gr},50$ d'alcool absolu en restant fermes, dures, de l'apparence la plus saine, si même quelques-uns de ces caractères ne paraissaient pas sensiblement accrus : une quantité correspondante de sucre s'était détruite; tandis que vingt-quatre prunes pareilles, laissées au contact de l'air, étaient devenues molles, aqueuses, très-sucrées.

» Les raisins, tous les fruits acides, les melons, etc., se comportent de la même manière. J'étendrai cette étude à beaucoup de plantes.

» Une feuille de rhubarbe placée dans une atmosphère de gaz carbonique répand, au bout de quarante-huit heures, une odeur un peu vineuse, sans altération apparente, et elle donne de petites quantités d'alcool à la distillation.

» Je me suis assuré que, dans ces phénomènes, la levûre de bière, quand

on opère convenablement, ni aucun autre ferment ne prennent naissance. C'est dans des cas exceptionnels et rares que des cellules de levûre peuvent pénétrer et passer de l'extérieur à l'intérieur du fruit.

» Les raisins offrent dans ces expériences une particularité très-digne d'attention. Tout le monde a remarqué que la vendange, c'est-à-dire le jus des grains écrasés, et ces grains eux-mêmes pris dans la cuve, ont une saveur et une odeur entièrement différentes de celles du raisin mangé sur pied ou en grappes non écrasées. Eh bien, les grains de raisin qui sortent du gaz carbonique ont exactement le goût et l'odeur de vendange. C'est que dans la vendange les grains sont presque soudainement enveloppés d'une atmosphère de gaz acide carbonique. Je ne doute pas que l'étude des phénomènes dont je parle, envisagés dans leurs rapports avec les pratiques de la cueillette du raisin, ne deviennent utiles à l'art de faire le vin, et je ne serais pas surpris que, par la conservation des raisins en grappes dans une atmosphère d'acide carbonique, on ne parvienne peut-être à créer des vins et des eaux-de-vie qui offriraient des propriétés spéciales et peut-être avantageuses, commercialement parlant.

» Je n'ai pas encore suivi convenablement ces idées nouvelles chez les organes des animaux.

» Il est probable que les phénomènes différeront de ceux que présentent les cellules végétales. Vraisemblablement aussi les équations de toutes ces fermentations d'une nouvelle espèce différeront non-seulement avec chaque genre de cellules, soit animales, soit végétales, mais pour les unes et les autres avec leur nature propre.

» Les quelques essais que j'ai tentés sur des organes du règne animal sont trop incomplets pour être mentionnés; mais je pressens déjà, par les résultats qu'ils m'ont offerts, qu'une voie nouvelle est ouverte à la Physiologie et à la Pathologie médicale. J'espère qu'une vive lumière sera jetée sur les phénomènes de putréfaction et de gangrène. La production de gaz putrides en dehors de l'action de ferments organisés recevra sans doute une explication aussi naturelle que la formation de l'alcool et de l'acide carbonique en dehors de la présence des cellules de levûre alcoolique. »

Observations de M. FREMY *à propos de la Note précédente.*

« Je trouve dans cette Communication de M. Pasteur un fait qui me paraît donner une confirmation éclatante à la théorie que je soutiens et qui renverse entièrement celle de mon savant confrère.

» M. Pasteur voulant établir que certains organismes, comme le ferment

alcoolique, peuvent se développer et vivre sans oxygène, affirme que du raisin abandonné dans de l'acide carbonique peut, au bout d'un certain temps, entrer en fermentation et produire de l'alcool et de l'acide carbonique.

» Comment faire accorder cette observation avec la théorie de M. Pasteur, d'après laquelle les ferments seraient uniquement produits par les germes qui existent dans l'air?

» Il y a dans les assertions de M. Pasteur une contradiction qui frappera tout le monde.

» N'est-il pas évident que, si un fruit fermente dans l'acide carbonique, par conséquent dans des conditions où il ne peut rien recevoir de l'air, c'est que les ferments se sont produits directement sous l'influence de l'organisation dans l'intérieur même des cellules, et que leur génération n'est pas due à des germes qui existeraient dans l'air?

» Je repousse donc plus que jamais cette théorie de M. Pasteur, qui fait dériver toutes les fermentations de germes de ferments invisibles et insaisissables qui existeraient dans l'air; et je soutiens que les phénomènes qui sont dus aux spores atmosphériques ne doivent pas être confondus avec ceux qui sont produits par les véritables ferments que l'organisation engendre. »

Réponse de **M. Pasteur.**

« M. Fremy paraît ne m'avoir pas compris. J'ai étudié avec soin l'intérieur des fruits mis en expérience, et j'ai constaté qu'il ne s'y était développé ni cellules de levûre, ni ferment organisé quelconque. Une autre preuve résulte de ce fait, qu'on peut semer le jus et les cellules du parenchyme dans du moût de raisin sans qu'elles y provoquent la moindre fermentation. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Confirmation de quelques-uns des phénomènes chimiques décrits par M.* Pasteur. Note de **M. A. Trécul.**

« J'ai demandé la parole pour rappeler une expérience que j'ai déjà fait connaître antérieurement (*Comptes rendus*, t. LXXII, p. 529), et qui me paraît confirmer une partie des phénomènes chimiques dont M. Pasteur vient d'entretenir l'Académie. Cette expérience consiste à prendre une feuille d'*Aloe soccotrina*, à la couper par morceaux que l'on place dans un flacon, dans lequel on verse de l'eau ordinaire. Le liquide est d'abord coloré en rouge par l'oxygénation de l'*aloétine*, substance découverte par M. Robiquet

fils. Cette matière, soluble dans l'eau, est naturellement jaune; mais sa solution, exposée au contact de l'air, devient d'un beau rouge pourpré. Après quelque temps de macération, il se développe des infusoires dans la liqueur. Ces petits êtres absorbent l'oxygène libre qui y est contenu, suivant l'opinion de notre confrère; ce qui le prouve, c'est que le liquide perd sa teinte purpurine et devient jaune. Il y a évidemment désoxydation du produit rouge de l'aloétine. Cependant le contenu du flacon s'est couvert de moisissures, et celles-ci, empêchant l'action de l'air sur l'aloétine, entretiennent la couleur jaune de la solution. Cette coloration jaune persiste aussi longtemps que des moisissures végètent à la surface. On peut, à diverses reprises, communiquer à la liqueur la couleur pourprée, à l'aide d'une petite quantité de solution exposée au contact de l'air; peu à peu la coloration rouge disparaît, et le lendemain ou peu après elle est remplacée par la jaune. Cet état continue tant que les moisissures trouvent des matières nutritives dans l'eau du flacon; mais quand ces matières alimentaires sont épuisées, la végétation superficielle diminue graduellement, et finit par ne plus préserver le liquide contre l'action de l'air; alors l'oxygène de l'atmosphère intervient et colore de nouveau l'aloétine en pourpre. Quoique aucune analyse chimique n'ait été faite, il me paraît prouvé par cette expérience que les infusoires et les moisissures enlèvent au liquide des macérations l'oxygène libre, et que les petits êtres vivant dans ces liqueurs sont bien privés de l'influence de l'air atmosphérique, comme le pense M. Pasteur.

» Les *Amylobacter*, que j'avais pour objet d'étudier en faisant cette expérience, sont du nombre des êtres qui vivent ainsi dans des liquides dépourvus d'oxygène libre. Ils vivent dans les parties profondes des liquides, et jamais au contact de l'atmosphère. Les corps semblables que j'ai trouvés au voisinage de la surface ne jouissaient pas de la propriété de se colorer en bleu ou en rouge carminé par l'iode; ils jaunissaient sous l'influence de ce réactif.

» Les *Amylobacter* se développant dans les parties profondes des macérations, il n'est pas surprenant de les voir apparaître dans des cellules bien fermées, occupant encore leur position naturelle au milieu des tissus des fragments de rameau employés (figuier, apocyns, etc.). On voit même de ces *Amylobacter* se développer à l'intérieur des cellules du liber à parois épaissies, et aussi bien à l'abri de l'intervention des germes atmosphériques que les matières contenues dans les flacons de notre confrère. Ils peuvent naître dans des cellules fermées dont le plasma ne contient aucune matière granuleuse. Alors ils commencent par des corpuscules dont l'aspect n'a rien

de commun avec les utricules qui peuvent résulter de la segmentation d'un mycélium. Ils naissent souvent aussi, dans les fibres du liber, des granules plasmatiques eux-mêmes. Ainsi que les corpuscules dont je viens de parler, on voit ces granules s'accroître, principalement par un côté, qui produit une éminence, laquelle s'allonge graduellement comme une petite queue, qui fait ressembler le corpuscule à un têtard ou à un petit poisson, dont il peut avoir la mobilité. Cette queue jouit dès son début de la propriété de se colorer en bleu ou en violet par l'iode, ce qui permet de suivre avec facilité le développement de ces êtres singuliers.

» Voilà donc des corps qui vivent dans des conditions analogues à celles dans lesquelles végètent les levûres, et qui certainement ne sont pas nés de germes venus de l'atmosphère. Notre confrère M. Pasteur est-il bien sûr que rien d'analogue ne se développe dans l'intérieur de ses fruits qui, placés dans l'acide carbonique, donnent lieu à la fermentation alcoolique ? »

ASTRONOMIE. — *Note relative à un Mémoire de M.* Clerk-Maxwell, *sur la stabilité des anneaux de Saturne ; par* **M. Faye.**

« Notre associé étranger, sir G. Airy, ayant lu dans les *Comptes rendus* du 16 septembre dernier ma Note sur le récent Mémoire de M. Hirn, relatif à la stabilité des anneaux de Saturne, me rappelle, par une lettre datée du 26 septembre, qu'il a lui-même analysé, en 1859, dans les *Monthly Notices* de la Société Royale Astronomique de Londres, un important travail de M. Clerk-Maxwell sur le même sujet. Sir G. Airy présume que le mode d'investigation employé par M. Hirn doit se rapprocher beaucoup de celui de M. Maxwell. J'avais lu, en effet, dans le temps, avec grand intérêt, non le Mémoire du savant Anglais, mais l'analyse donnée par sir G. Airy, et au moment de présenter le travail de M. Hirn à l'Académie, j'avais voulu en faire la comparaison avec le premier. Mais je l'ai cherché en vain dans la collection des Mémoires de la R. A. S. C'est dans le tome XIX des *Monthly Notices*, et non dans la série des Mémoires, que se trouve le susdit extrait, dont je m'empresse de citer ici la conclusion dernière :

« Le résultat final de cette théorie mécanique est que le seul système d'anneaux qui puisse exister doit être composé d'un nombre indéfini de particules indépendantes, tournant autour de la planète avec des vitesses différentes, selon leurs distances respectives. Ces particules peuvent être arrangées en séries d'anneaux étroits, ou bien elles peuvent se mouvoir à travers leur ensemble d'une manière irrégulière. Dans le premier cas, la destruction sera

extrêmement lente; dans le second, elle sera plus rapide; mais il pourrait se produire alors une tendance vers un arrangement en anneaux étroits, arrangement qui retarderait le progrès de la destruction. »

» A prendre ces conclusions au pied de la lettre, il semblerait que l'analyse de M. Maxwell laissât encore quelque chose à désirer quant aux conditions de stabilité des anneaux; car ces anneaux existent certainement depuis l'origine du système saturnien et ne montrent encore aujourd'hui, après bien des millions d'années, aucun symptôme appréciable de dislocation progressive. D'autre part, rien n'indique la composition indiquée en séries d'anneaux très-étroits; l'observation montre, au contraire, un très-petit nombre d'anneaux fort larges, séparés par des intervalles sensibles. Mais il est possible, comme je l'ai indiqué déjà, que l'anneau extérieur obscur soit le produit des lentes actions destructives mises en lumière par M. Maxwell et, sous un autre point de vue, par M. Hirn, et il serait intéressant de poursuivre sous ce rapport l'étude de cet intéressant système. Quoi qu'il en soit, je crois répondre à un désir de sir G. Airy en signalant, après lui, à l'attention des géomètres français, non-seulement les résultats, mais aussi les méthodes originales de M. Clerk-Maxwell. Un des points les plus intéressants, à mon avis, parmi ceux qu'a indiqués sir G. Airy, est assurément le Chapitre où l'auteur anglais, après avoir vérifié la théorie de Laplace, a montré entre quelles étroites limites devrait se trouver renfermée l'hypothèse de l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* sur le lest qui serait nécessaire pour rendre stable l'équilibre des anneaux, et sur la masse qu'il faudrait attribuer à ce lest. D'ailleurs, malgré la haute importance de la belle étude de M. Maxwell, où l'on trouvera, entre autres choses, des résultats décisifs sur les vagues libres ou forcées qui doivent se produire dans les anneaux supposés fluides, sous l'influence de leurs actions mutuelles ou de faibles causes extérieures, je crois qu'on lira avec intérêt le travail de notre savant correspondant M. Hirn, dans lequel la question me paraît avoir été traitée peut-être avec moins de généralité mécanique, mais avec un remarquable sentiment de la réalité physique. L'opinion de M. Hirn sur les réactions thermiques engendrées dans des anneaux fluides mérite particulièrement d'être rapprochée de celle de M. Maxwell, qui a abordé également ce genre de considérations. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'exactitude qui doit être attribuée à la valeur du coefficient constant de l'aberration, déterminée à Poulkova.* Note de **M. Otto Struve.**

« Dans la Note mémorable « sur les masses des planètes et la parallaxe du Soleil », présentée à l'Académie le 22 juillet, M. Le Verrier m'invite à me prononcer sur l'exactitude qui doit être attribuée à la valeur du coefficient constant à l'aberration, déterminé à Poulkowa. En entreprenant de satisfaire à son désir, je demande à faire une rectification historique, à laquelle mon illustre collègue tiendra autant que moi. M. Le Verrier me fait l'honneur de m'attribuer la détermination en question, tandis qu'elle appartient tout entière à mon père. Je ne pourrai donc pas me prononcer dans cette matière avec l'autorité voulue par M. Le Verrier. Néanmoins j'espère que les explications que je puis donner auront un certain poids auprès de l'Académie, puisque, comme aide de mon père pendant près de vingt-cinq ans et ensuite comme son successeur dans l'emploi de directeur de l'Observatoire de Poulkova, j'ai eu la meilleure occasion de m'initier à ses travaux et d'étudier les particularités de l'instrument dont il s'est servi dans ses recherches.

» Dans son Mémoire de 1843 « sur le coefficient constant de l'aberration des étoiles fixes », W. Struve discute les observations faites par lui, sur sept différentes étoiles, dans le courant de deux ans et huit mois. Il parvient, pour ce coefficient, à la valeur 20",445, en lui attribuant l'erreur probable de 0",011, déduite de l'accord intrinsèque des observations. Il indique les raisons qui l'ont fait conclure que l'exactitude des observations est effectivement aussi grande qu'il l'avait trouvée par la voie indiquée.

» Dix ans après, ayant encore plus mûrement pesé les conditions de son travail, mon père est revenu sur cet énoncé. Dans la préface du premier volume du « Recueil de Mémoires présentés par les astronomes de Poulkova », écrite en 1853, il résume les résultats de sa recherche sur l'aberration, et ajoute quelques considérations sur l'influence que pourraient avoir exercée des variations périodiques dans la marche diurne de l'horloge et dans l'azimut de l'axe de rotation de l'instrument du premier vertical, variations dont l'existence lui avait paru probable. Ces considérations l'ont conduit à fixer définitivement, pour le coefficient constant de l'aberration, la valeur $20'',463 \pm 0'',017$. La différence entre les deux valeurs, comme on le voit, est insignifiante, puisqu'elle tombe entre les limites des erreurs pro-

bables; mais ce qui est plus important, c'est l'augmentation admise de l'erreur probable de la détermination.

» Quoique depuis 1853 les observations sur l'aberration ne soient pas répétées chez nous, plusieurs séries d'observations et de recherches ont été exécutées à l'instrument du premier vertical, qui, je l'espère, serviront à accroître encore le degré de confiance dû à la détermination de mon père. Je nommerai, en premier lieu, les observations faites par M. Oom, de Lisbonne, durant son séjour à Poulkova dans les années 1861 à 1863, puis les études de l'instrument entreprises par moi, lorsque je fus appelé à écrire l'introduction du troisième volume des observations de Poulkova, volume qui, dans sa seconde partie, offre les journaux d'observation de mon père et de M. Oom; je citerai enfin les calculs exécutés par M. Nyrèn, dans le but de déduire des observations de mon père, continuées jusqu'en 1859, une nouvelle détermination du coefficient constant de la nutation de l'axe terrestre.

» Les observations de M. Oom, faites avec le même instrument, sur un grand nombre d'étoiles, en différentes saisons et par conséquent dans des conditions très-variées, accusent, par l'accord des différentes déterminations de chaque étoile, à très-peu près la même erreur probable d'une observation isolée, que mon père avait trouvée pour ses propres observations. Elles offrent ainsi un indice très-favorable à la supposition que les distances zénithales déterminées avec cet instrument soient effectivement libres de toutes erreurs systématiques ou périodiques, d'une grandeur comparable à celle des erreurs probables des observations.

» Mes propres recherches ont eu pour objet principal une connaissance plus exacte des corrections dites *instrumentales*. Je crois avoir prouvé que les erreurs admissibles dans les nivellements de l'axe, et dans le procédé suivi pour éliminer la collimation de l'axe optique, sont tellement minimes que, presque dans chaque observation isolée et à plus forte raison dans la moyenne de plusieurs déterminations, leur influence peut être considérée comme absolument nulle. En outre, une série spéciale d'observations, exécutée, sur mon invitation, l'année dernière par M. Nyrèn, a prouvé que l'azimut de l'axe de rotation de l'instrument n'a point subi de variations périodiques journalières d'une grandeur appréciable. D'un autre côté, je dois convenir que mes dernières recherches ont fixé la valeur d'une révolution de la vis micrométrique, employée par mon père dans ses observations de *υ Ursæ majoris*, à 28″,669 au lieu de 28″,682; cette différence occasionne, pour la constante de l'aberration déduite des observations de l'étoile nommée, une correction de — 0″,0093; mais le résultat moyen des sept

étoiles n'aurait subi par là qu'un changement de — 0″,0013, quantité négligeable.

» Il ne reste donc d'incertitude que par rapport à la marche de la pendule, qui n'a pas été régulièrement comparée, avant et après chaque observation, avec la pendule normale. Elle pourrait avoir eu, sur le grand matin, une marche différente de celle du soir, et dans un sens constant, si nous admettons comme probable que la masse du mercure, employée pour la compensation, n'ait pas assez rapidement suivi les variations des températures de l'air ou de la verge d'acier du pendule.

» Heureusement l'effet de ces variations périodiques admissibles est très-insignifiante. En leur attribuant la valeur exorbitante de toute une seconde pour la marche diurne, les distances zénithales des étoiles observées par mon père, à cause du petit intervalle entre les passages successifs par les deux moitiés du premier vertical, n'en seraient affectées que d'un petit nombre de millièmes de seconde.

» Les calculs de M. Nyrèn sur le coefficient constant de la nutation s'étendent sur toute la série d'observations faites depuis 1840 jusqu'en 1859 sur les trois étoiles *υ Ursæ majoris*, *ι Draconis*, *o Draconis*. Ayant introduit, dans les équations de condition, formées pour chacune de ces étoiles, le coefficient de l'aberration comme une des inconnues à déterminer, leur résolution l'a conduit aux valeurs suivantes :

υ Ursæ majoris..........	20″,444	avec l'erreur probable		0″,027
ι Draconis..............	20,426	»	»	0,021
o Draconis............	20,443	»	»	0,027

» L'accord approximatif de ces valeurs, avec le nombre trouvé par mon père, s'explique en grande partie par la circonstance que les observations des trois premières années, instituées spécialement pour la détermination de l'aberration, et ayant pour cette raison un poids prédominant par rapport à cet élément, sont entrées identiquement dans les deux recherches. Toutefois nous devons y reconnaître un témoignage favorable pour la rigueur de la première déduction, soit parce que, pour chaque étoile, le nombre des observations a été plus grand, soit parce que la méthode de calcul a différé essentiellement en plusieurs points, et que, dans la nouvelle recherche, on a eu égard à l'incertitude de l'ancienne détermination de la nutation et à l'effet possible qu'aurait pu exercer une variabilité de la latitude, si l'axe de rotation de la Terre ne coïncidait pas parfaitement avec son axe principal du plus grand moment d'inertie.

» En résumé, je parviens aux conclusions suivantes. Le monde astronomique s'est habitué à accepter la valeur 20″,445 comme coefficient contant de l'aberration; les raisons alléguées plus tard par mon père, pour augmenter ce nombre d'une petite fraction, ne me paraissent pas assez concluantes. Au contraire, les mêmes raisons doivent nous engager à attribuer, par précaution, à cette détermination l'erreur probable plus forte, évaluée à la seconde occasion, soit parce que nous n'avons pas le droit de dire avec sûreté que l'influence d'une périodicité dans la marche journalière de la pendule ait été parfaitement insensible, soit parce que nous n'avons aucune preuve que, dans les premiers temps après l'érection de l'instrument, l'azimut de son axe de rotation ait été aussi invariable qu'il l'est aujourd'hui. Nous devons donc admettre, pour la valeur en question, une erreur probable de 0″,017.

» Pour revenir à l'application, mentionnée par M. Le Verrier, de cet élément à la déduction de la parallaxe du Soleil, au moyen des expériences de physique, je ferai remarquer que l'erreur probable plus forte, que nous venons de signaler, ne pourra influencer la parallaxe à déduire que de sa $\frac{1}{1200}$ partie ou de 0″,007. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline (suite). Aluns;* *par* MM. P.-A. Favre *et* C.-A. Valson.

« Après avoir étudié, au point de vue thermique, le phénomène de la dissolution des aluns, il nous reste à le considérer au point de vue des autres effets physiques qui l'accompagnent. En partant des principes que nous avons posés dans nos deux dernières Communications (1), nous nous occuperons aujourd'hui plus particulièrement des phénomènes de coërcition auxquels donne lieu la dissolution des aluns, et nous chercherons à déterminer les conséquences qu'on peut en déduire concernant le rôle de l'*espace*. Nous y joindrons également quelques considérations relatives aux actions capillaires.

» L'étude des variations de volume peut se faire par différents procédés. Le plus facile repose, comme nous l'avons déjà dit, sur la détermination comparative des densités des sels et des densités de leurs solutions. On peut aussi se servir d'un réservoir en verre dont la capacité est connue, et qui est surmonté d'un tube calibré et divisé. Le réservoir est rempli d'eau, et

(1) *Comptes rendus*, séances du 5 août et du 12 août 1872.

l'on note le niveau sur l'échelle du tube. Ce tube a, du reste, un diamètre suffisant (3 ou 4 millimètres environ), afin qu'on puisse y introduire le sel réduit en poudre ou en petits fragments. Lorsque la dissolution est opérée, on note de nouveau le niveau du liquide, et l'on en déduit, par différence, l'accroissement de volume cherché. Cette seconde méthode peut être employée concurremment avec la première.

» Nous inscrivons dans un premier Tableau l'ensemble des données expérimentales qui nous étaient nécessaires, et que nous avons déterminées avec un soin tout particulier.

» Le Tableau suivant renferme une première série de résultats numériques concernant les solutions des aluns et de leurs sels constituants; les uns sont donnés immédiatement par l'expérience, les autres s'en déduisent par le calcul, comme il sera expliqué plus loin.

» Afin d'obtenir des résultats comparables, les formules des sels qui figurent dans le Tableau II, sont toutes rapportées à 1 équivalent d'acide sulfurique. La colonne P contient les poids équivalents de ces sels. Les nombres inscrits dans les trois colonnes, intitulées d, h, dh, se rapportent à des *solutions normales*, c'est-à-dire à des solutions obtenues en faisant dissoudre, dans un litre d'eau, 1 équivalent de chaque sel considéré à l'état anhydre. Pour les aluns, ces solutions ont été préparées en faisant dissoudre 1 équivalent du sel cristallisé et en tenant compte de l'eau de cristallisation. En ce qui concerne les deux premiers aluns, de potassium et d'aluminium, il a fallu avoir égard à cette circonstance, qu'un litre d'eau ne dissout pas tout à fait 1 équivalent de chaque sel à la température à laquelle nous avons opéré. Nous nous sommes donc bornés à opérer avec des solutions contenant 100 grammes de chacun de ces aluns cristallisés, par litre d'eau, et nous en avons déduit par le calcul les nombres relatifs aux solutions normales.

» La colonne d comprend les densités de ces solutions normales; dans la colonne h se trouvent inscrites les hauteurs, évaluées en millimètres, auxquelles le liquide de ces solutions s'élève dans un tube capillaire de $\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre. Ces deux éléments, ainsi que tous les éléments qui suivent, ont été déterminés à la température de 20 degrés environ. Enfin la colonne dh renferme les produits obtenus, pour chaque solution, en multipliant la densité par la hauteur capillaire.

» Les nombres inscrits dans la colonne v expriment, en centimètres cubes, les accroissements du volume primitif de l'eau produits par l'addition de 1 équivalent de chaque sel, par le fait même de sa dissolution. La

Tableau I.

	Température de l'expérience.	Densité.
Sulfate de potassium	21°.8	2,653
Sulfate d'ammonium	22.3	1,766
Sulfate d'aluminium calciné et anhydre	22.5	2,672
Sulfate d'aluminium cristallisé	22.1	1,767
Aluns cristallisés (à 24HO) :		
d'aluminium et de potassium	21.9	1,745
d'aluminium et d'ammonium	21.5	1,634
de fer et de potassium (1)		
de fer et d'ammonium	22.1	1,712
de chrome et de potassium	21.5	1,816
de chrome et d'ammonium	21.9	1,697
Aluns déshydratés :		
d'aluminium et de potassium	22.0	2,617
d'aluminium et d'ammonium	20.9	2,333
de fer et de potassium		
de fer et d'ammonium	22.0	2,492
de chrome et de potassium	20.9	2,713
de chrome et d'ammonium	21.9	2,472
Solutions normales :		
de sulfate de potassium	21.8	1,0662
» d'ammonium	22.3	1,0378
» d'aluminium	22.0	1,0568
d'alun alumino-potassique	21.8	1,0595
» alumino-ammonique	21.8	1,0521
» ferrico-potassique	15.0	1,0600
» ferrico-ammonique	21.8	1,0535
» chromo-potassique (violet)	21.0	1,0636
» chromo-ammonique (violet)	21.0	1,0567
» chromo-potassique (vert)	22.0	1,0602
» chromo-ammonique (vert)	22.0	1,0517

(1) L'alun de fer et de potassium est difficile à préparer et encore plus difficile à conserver. Obtenu pendant l'hiver, en beaux cristaux, il s'est ensuite détruit sous l'influence d'une température plus élevée, de sorte qu'il nous a fait défaut à l'époque de nos expériences. Nous n'avons conservé qu'une seule détermination de la densité de la dissolution normale de cet alun, obtenue antérieurement dans des conditions d'exactitude que nous croyons suffisantes.

TABLEAU II.

SELS ANHYDRES.	FORMULES.	POIDS ÉQUIVALENT P	SOLUTIONS NORMALES.			D	VOLUME ÉQUIVALENT $V=\frac{P}{D}$.	v	$V-v$	$\frac{V-v}{V}$.
			d	h	dh					
Sulfate de potassium................	SO^4K	87,00	1,0662	58,2	61,9	2,653	32,80	19,71	13,09	0,396
Sulfate d'ammonium................	SO^4Am	66,00	1,0378	59,7	61,9	1,766	37,38	26,98	10,40	0,275
Sesquisulfate d'aluminium...........	$SO^4Al\frac{2}{3}$	57,17	1,0568	58,1	61,4	2,672	21,38	0,35	21,28	0,996
Aluns :										
d'aluminium et de potassium.......	$SO^4\left(\frac{3Al\frac{2}{3}, K}{4}\right)$.	64,62	1,0595	58,0	61,4	2,617	24,69	4,83	19,86	0,805
d'aluminium et d'ammonium.......	$SO^4\left(\frac{3Al\frac{2}{3}, Am}{4}\right)$.	59,33	1,0521	58,4	61,4	2,333	25,43	6,00	18,55	0,730
de fer et de potassium............	$SO^4\left(\frac{3Fe\frac{2}{3}, K}{4}\right)$.	71,78	1,0600	57,8	61,3	//	//	11,11	//	//
de fer et d'ammonium............	$SO^4\left(\frac{3Fe\frac{2}{3}, Am}{4}\right)$.	66,50	1,0535	58,3	61,4	2,492	26,69	12,34	14,35	0,537
de chrome et de potassium.........	$SO^4\left(\frac{3Cr\frac{2}{3}, K}{4}\right)$.	71,12	1,0636	57,9	61,5	2,713	26,21	7,07	19,14	0,730
de chrome et d'ammonium.........	$SO^4\left(\frac{3Cr\frac{2}{3}, Am}{4}\right)$.	65,87	1,0567	58,2	61,3	2,472	26,65	8,68	17,97	0,675

valeur de v se déduit facilement de la densité de chaque solution. En effet, supposons qu'on ait dissous, dans 1 litre d'eau, un poids x de sel, de sorte que le poids total devienne $1 + x$; soit $1 + y$ la densité de la solution et $1 + v$ son volume, on aura $1 + v = \frac{1 + x}{1 + y}$, d'où l'on tire $v = \frac{x - y}{1 + y}$.

» Dans la colonne intitulée D, sont inscrites les densités des sels pris à l'état anhydre. La déshydratation des aluns, notamment des aluns ammoniacaux, exige des précautions particulières que nous n'avons pas négligé de prendre; on sait, en effet, que ces aluns, soumis à l'action de la chaleur, peuvent non-seulement se déshydrater, mais encore subir une décomposition plus avancée. Aussi avons-nous eu soin de faire l'analyse de ces aluns avant d'en prendre la densité.

» Connaissant les poids P des équivalents des sels et leurs densités D, on en a déduit les volumes $V = \frac{P}{D}$ qu'ils occupent (1). Ces volumes sont inscrits dans la colonne V.

» Avant la dissolution, le volume total est $1 + V$; après la dissolution, il devient $1 + v$; il en résulte donc, par le fait de la dissolution, une contraction de volume $V - v$, qui, divisée par V, donne le quotient $\frac{V - v}{V}$, c'est-à-dire le coefficient de contraction rapporté à l'unité de volume de la substance étudiée. Ces valeurs sont également inscrites dans les deux dernières colonnes du tableau II.

» Après avoir exposé les résultats directs de l'expérience, nous allons indiquer les conséquences qu'on peut en tirer.

» Nous nous sommes d'abord demandé quelle idée il fallait se faire des aluns desséchés. Faut-il les considérer comme un simple mélange des sels constituants, ou bien ces derniers sels existent-ils dans les aluns à un degré quelconque de combinaison? S'il y a simplement mélange, la densité de l'alun desséché pourra se déduire des densités des sels constituants en divisant la somme de leurs poids par la somme de leurs volumes, pris séparément. Si l'on fait ce calcul, on trouve 2,665 pour la densité de l'alun alumino-potassique, et 2,337 pour la densité de l'alun alumino-ammonique, tandis que l'expérience directe a donné 2,617 et 2,633. La coïncidence existe pour la seconde densité, mais non pour la première. On

(1) Les quotients ainsi obtenus portent habituellement le nom de volumes atomiques, spécifiques ou moléculaires, sur lesquels M. Dumas, il y a déjà bien longtemps, a attiré le premier l'attention.

pouvait d'abord penser que, à l'égard de l'alun de potassium, la différence tient peut-être à une variation dans la densité du sulfate de potassium, pris dans des conditions différentes. A cet effet, nous avons opéré avec du sulfate de potassium sous les trois états suivants : cristallisé, pulvérisé et, enfin, calciné au rouge naissant, sans fusion. Ce dernier état semble plus comparable à celui du sel dans l'alun desséché. Dans les trois cas, la densité a été la même. On est donc conduit à admettre que, dans l'alun desséché, il n'y a pas un simple mélange de sels constituants.

» Cette manière de voir semble trouver sa confirmation dans le fait suivant :

» Si l'on chauffe du sulfate d'ammonium dans une capsule, à une température suffisamment élevée, il y a départ complet du sel. Au contraire, les aluns ammoniacaux, chauffés à la même température, retiennent toujours leur sulfate d'ammonium qui n'est chassé qu'à une température plus élevée.

» Nous signalerons même une expérience propre à mettre en évidence cette association des deux sels dans les aluns ammoniacaux, auxquels on a enlevé leur eau de cristallisation. Si, dans une capsule où l'on vient d'effectuer la dessiccation d'un alun ammoniacal quelconque, on écarte la matière avec une spatule, de manière à laisser au centre de la capsule un espace libre où l'on place du sulfate d'ammonium, celui-ci disparaît rapidement, à la température même où ce sel est encore retenu en totalité dans l'alun, ainsi que nous l'a prouvé l'analyse.

» On est ainsi conduit à admettre que, dans les aluns déshydratés par la chaleur, les sels constituants restent encore plus ou moins associés. Nous devons cependant faire remarquer que, contrairement à ce qu'on aurait pu penser, la densité de l'alun ammonique desséché est sensiblement égale à celle qu'on devrait avoir en considérant ce sel desséché comme un mélange de ses sels constituants, et que la densité de l'alun potassique desséché est même inférieure à celle qui serait calculée de la même manière. »

ZOOLOGIE. — *Études sur les Échinoïdées; par* **M. S. Lovén.**

« Depuis longtemps on reconnaît chez les Échinoïdées, comme seuls organes de sensation, ceux de la division, situés dans les pièces dites *ocellaires*. Elles en ont cependant d'autres qui ont échappé jusqu'ici à l'observation, quoiqu'ils ne manquent dans aucun de leurs genres, le genre *Cidaris* excepté. Ce sont des corps très-petits, globulaires ou ellipsoïdes,

de $0^m,11$ à $0^m,375$ dans la plus grande dimension, pourvus d'un pédicule très-court s'articulant sur un petit mamelon du test. On peut les nommer *sphérides*. Ils sont transparents, luisants, durs et solides, revêtus d'un tissu pigmenté, d'un épithélium et d'une cuticule à cils vibratiles. Dans le pédicule, on remarque la texture réticulée caractéristique des Échinodermes, qui pénètre plus ou moins, et d'une manière variable, dans l'intérieur du globule, lequel du reste est composé d'un grand nombre de couches concentriques très-minces. Les Sphérides appartiennent exclusivement aux ambulacres; ils ne manquent jamais sur leurs plaques péristomiennes, et généralement on en trouve un certain nombre sur quelques-unes des plaques ventrales suivantes. Ils occupent toujours des positions déterminées. Chez la plupart des Spatangoïdes, ils sont très-nombreux et à découvert, placés par un, deux ou plusieurs, dans de petites dépressions, près de la base des tentacules, du côté de la suture médiane de l'ambulacre, plus éloignés à mesure qu'ils sont plus loin du péristome, surtout sur le bivium, comme chez les *Brissus*, où on les voit en forme de rangées de perles placées dans des rainures assez profondes. Dans la *Lovenia*, qui n'a qu'un seul sphéride sur chaque plaque, celui-ci est enfermé dans une protubérance conique, à sommet percé d'une fente. Chez les Cassidulides, ils se couvrent en grande partie d'une surcroissance de la couche externe du test, et chez les Clypéastrides ils sont, dès le très-jeune âge, cachés dans des cavités sphériques communiquant avec le dehors par un canal étroit. La plupart des genres de cette famille n'ont qu'un seul sphéride à chaque ambulacre, tandis qu'il y en a deux chez les *Clypeasters* et les Arachnoïdes. L'*Echinoneus* et le plus grand nombre des Échinides latistellés présentent, dans chaque ambulacre, plusieurs sphérides à découvert, disposés en zigzag le long de la suture, ou près des pores tentaculaires (*Diadema*). Le genre *Echinocidaris* seul y fait exception, en ce qu'il ne possède dans chaque ambulacre qu'un seul sphéride, placé en face d'une petite niche, près du bord du péristome.

» Ces organes ainsi abrités, et qui ne servent d'aucune manière à la préhension, ne peuvent être que des organes de sensation, propres à reconnaître l'état de l'eau ambiante et des matières qu'elle contient, suspendues ou en solution, c'est-à-dire des organes du goût. Le grand tronc nerveux qui, en dedans du test, parcourt l'ambulacre, donne, dans chaque plaque, un rameau qui, en accompagnant le vaisseau aquifère, s'enfonce dans le pore et reparaît sur la face externe de la couche calcaire, où il se ramifie en des filets nombreux qui se distribuent aux divers organes externes. C'est sur ce trajet qu'il doit fournir aussi des filets aux sphérides de la plaque.

» Les sphérides n'apparaissent qu'un peu après les radioles et les pédicellaires, et dans un certain ordre déterminé par une loi qui régit toutes les parties de l'ambulacre, et qui est la suivante :

» Si l'on place un spatangue quelconque la bouche en haut et l'interradium impair en arrière, si l'on compte les ambulacres en faisant de gauche à droite le tour du péristome, et si en même temps on nomme *a* la plaque qu'on touche la première dans chacun des ambulacres I, II, III, IV, V, et *b* la seconde, on trouvera que les plaques I*a*, II*a*, III*b*, IV*a*, V*b* sont plus grandes et binaires, c'est-à-dire qu'elles ont deux pores, deux tentacules, tandis que les plaques I*b*, II*b*, III*a*, IV*b*, V*a* sont plus petites et simples, c'est-à-dire pourvues d'un seul pore et d'un tentacule unique.

» Il en est de même chez les Cassidulides.

» Chez les Clypéastrides, il n'y a pas de différence sensible dans les pores, mais les plaques péristomiennes de la série I*a*,..., V*b* sont notablement plus grandes que celles de I*b*,..., V*a*. Il en est de l'*Echinoneus* comme des Spatangoïdes, les plaques I*a*,..., V*b*, portant deux pores, dont l'un est marginal et incomplet, tandis que celles de I*a*,..., V*b* n'en ont qu'un seul.

» C'est là chez les Échinoïdées irrégulières une symétrie évidente par rapport à l'axe antéro-postérieur, et il n'en est pas autrement chez les Échinoïdées régulières. Pour s'en convaincre, il faut étudier des individus très-jeunes, chez lesquels on peut encore discerner les plaques primaires. C'est ainsi que, ayant placé un *Toxopneustes drôbachensis* de 3 à 6 millimètres avec le madréporite à droite et en avant, on reconnaît non-seulement que toutes les plaques ambulacrales sont composées, mais de plus que les plaques péristomiennes I*a*,..., V*b* sont plus grandes et ternaires, c'est-à-dire qu'elles consistent dans trois plaques primaires, tandis que les plaques I*b*,..., V*a* sont plus petites et binaires, c'est-à-dire composées de deux plaques primaires. Des dix plaques libres porifères et simples de la membrane buccale, les cinq qui correspondent aux plaques péristomiennes I*a*,..., V*b* sont sensiblement plus grandes que les autres et d'un développement plus tardif, vu que dans les individus très-petits elles n'ont encore ni pores, ni tentacules, et, à l'extrémité opposée, auprès de la pièce ocellaire, c'est la plaque composée de cette même série qui ne devient complète qu'après celle de la série I*b*,..., V*a*. Si l'on cherche à retrouver chez un individu adulte cette disposition des plaques et de leurs pores, on est porté, au premier coup d'œil, à croire qu'elle a été perdue pendant la croissance, mais il n'en est pas ainsi. A mesure que, par suite de l'addition de plaques nouvelles, les plaques déjà formées s'éloignent de l'apex, elles sont soumises à

une pression qui les fait changer de forme et de proportions, et par laquelle la disposition de leurs pores est profondément altérée, de manière à transformer leurs arcs primordiaux en arcs secondaires permanents. Mais c'est près du péristome que ces changements sont portés à leur plus haut degré. En effet, les plaques péristomiennes déprimées des adultes consistent, dans la série I*a*,..., V*b*, en trois plaques composées soudées ensemble, représentant les dix premières plaques primaires ayant onze pores, et, dans la série I*b*,..., V*a*, en deux plaques composées soudées, représentant neuf plaques primaires ayant dix pores. Dans l'une comme dans l'autre, les pores sont très-serrés et apparemment en désordre. Mais en suivant attentivement dans une seule et même espèce, par exemple le *Toxopneustes drôbachensis*, pendant son accroissement, le déplacement de chaque pore, on reconnaît qu'il y règne l'ordre le plus rigoureux, le degré de déplacement de chaque pore étant partout en proportion directe avec la largeur de sa plaque primaire, de sorte que l'on retrouve les deux séries aussi nettement désignées chez les adultes que chez les jeunes. C'est ainsi que, chez tous les Latistellés adultes, on compte les arcs de pores le plus près du péristome dans la série I*a*, II*a*, III*b*, IV*a*, V*b* par groupes de 2, 3, 3, 4, etc., et dans la série I*b*, II*b*, III*a*, IV*b*, V*a*, par groupes de 2, 2, 3, 4, etc., et c'est, en orientant le test d'après cette formule seule, qu'on a toujours le madréporite en avant et à droite, même chez les Échinomètres.

» Pendant la croissance de l'oursin, les deux rangées de plaques de chaque ambulacre sont portées vers le péristome par un mouvement continuel et très-lent. Là les auricules, pièces intégrantes de l'appareil dentaire implantées chez les Latistellés dans les plaques ambulacraires, en en arrêtant le progrès, donnent lieu à cette pression et à cette soudure intime des parties, qui font du péristome la limite solide de la couronne du côté de la membrane buccale. Chez les Angustistellés, l'opposé a lieu, ce qui constitue la grande différence entre ces deux groupes. Chez ceux-ci, toutes les plaques de l'ambulacre, au lieu de se réunir par groupes en plaques plus grandes composées, restent toujours isolées, simples et primaires, et, en atteignant le bord de la couronne, elles s'en détachent l'une après l'autre pour descendre dans la membrane buccale, en prenant en même temps la forme d'écailles minces. C'est que les auricules, qui sont ici fixées aux plaques interradiaires et non à celles des ambulacres, laissent entre elles un passage libre, et donnent ainsi lieu à la formation de ces doubles rangées d'écailles imbriquées caractéristiques des *Cidaris*. Dans chacune de ces rangées, les deux écailles les plus voisines de la bouche sont les plus anciennes, et l'une

d'elles, celle de la série I*a*, II*a*, III*b*, IV*a*, V*b*, est plus grande et a son bord interne superposé à celui de l'autre, ce qui résulte de ce que, dans chaque paire de plaques qui parvient au bord de la couronne, celle de la série I*b*,..., V*a* s'en détache la première, et de ce qu'à leur point d'origine, auprès de la pièce ocellaire, c'est la plaque de cette même série qui est la plus développée.

» L'apparition des sphérides se fait dans le même ordre. Dans tous les cas où il y en a plusieurs, c'est sur la plaque primaire péristomienne de I*b*... V*a*, que se montre le premier, le second sur celle de I*a*... V*b*, le troisième sur la deuxième plaque primaire de I*b*... V*a*, le quatrième sur celle de I*a*... V*b*, etc. Chez les Cassidulides, les sphérides se couvrent dans le même ordre par la surcroissance du test, et chez les Échinides latistellés, où ce ne sont que les plaques primaires entières qui reçoivent des sphérides, les demi-plaques n'en ayant pas, les premiers sphérides formés disparaissent de même par la résorption lente qui a lieu au bord du péristome.

» Quand il y a un appareil dentaire fixé au péristome par ses auricules, la forme de celui-ci reste la même dans tous les âges : circulaire chez les Échinides, pentagone chez les Clypéastrides. Mais quand il n'y en a pas, elle est considérablement modifiée pendant la croissance de l'animal. Le très-jeune *Cassidulus* l'a beaucoup plus régulièrement pentagone que l'adulte, et la disposition nommée *floscelle* ne s'acquiert que plus tard. Mais c'est surtout chez les Spatangoïdes que le péristome change remarquablement de forme. Au lieu du péristome réniforme à lèvre saillante de l'adulte, le très-jeune l'a exactement pentagone et équilatéral, avec la bouche au centre de la membrane buccale. Si, dans le péristome circulaire de l'Échinide ou pentagone du Spatangoïde on joint, par des lignes droites, les cinq plaques ambulacrales I*a*, II*a*, III*b*, IV*a*, V*b*, et de même les cinq I*b*, II*b*, III*a*, IV*b*, V*a*, on y verra inscrits deux pentagones égaux et semblables, formant ensemble une figure, qui est symétrique, non par rapport à l'axe antéro-postérieur de l'animal, mais à un diamètre du péristome passant par le milieu de l'ambulaire IV et de l'interradium opposé à celui-ci. Dans les études ultérieures sur le développement des Échinoïdées, il sera à décider par l'observation directe si ce diamètre indique ou non la position hétérologue de l'échinoderme en état de formation dans l'intérieur de sa larve.

» Le péristome des Échinoïdées est formé par les aires interradiales (interambulacrales), dont la constitution et la croissance sont entièrement indépendantes de celles des ambulacres. Si l'on sépare avec soin leurs plaques, on observe que chez les *Spatangus*, les *Brissopsis*, les *Echinocar-*

dium, et probablement chez beaucoup d'autres Spatangoïdes, plusieurs de celles des aires paires sont pourvues, à leur bord antérieur, c'est-à-dire du côté de la bouche, d'une lame mince, qui s'avance sous le bord postérieur de la plaque précédente, de sorte que ces plaques sont en réalité imbriquées quoique immobiles.

» On sait que, chez les Échinides, chaque aire interradiale entre dans la composition du péristome avec deux plaques, dont l'une est plus large que l'autre. Si l'on marque du chiffre 1 l'interradiale droite, ce qui donne pour l'aire impaire le chiffre 5, on trouve, en observant de très-jeunes *Toxopneustes dröbachensis* de quelques millimètres, que la plaque péristomienne plus petite, et par conséquent la plus grande auprès de la pièce dite génitale, appartiennent aux 1*a*, 2*a*, 3*b*, 4*a*, 5*a*, la péristomienne plus grande, et l'apicale plus petite aux 1*b*, 2*b*, 3*a*, 4*b*, 5*b*. C'est donc l'interradium 3, le frontal à gauche, qui change l'ordre des plaques, ce qui donne lieu à une disposition symétrique par rapport au diamètre passant par l'ambulacre I et l'aire interradiale 3, le même qui constitue l'axe longitudinal des Échinomètres. D'un autre côté, dans l'*Echinoneus*, les aires interradiales 1, 3, 5 n'ont au péristome qu'une seule plaque, tandis que les aires 2 et 4 en ont deux, ce qui donne aussi lieu à une disposition symétrique par rapport au même diamètre. Chez les autres groupes d'Échinoïdées irrégulières, les aires interradiales n'ont dans le péristome qu'une seule plaque, et les Clypéastrides, ainsi que les Cassidulides, ont leurs aires interradiales paires symétriques des deux côtés de l'axe antéro-postérieur. Ici les Spatangoïdes présentent une exception très-remarquable, en ce que, à tous les âges, cette symétrie des aires paires n'existe qu'entre les deux aires frontales 2 et 3, tandis que les deux latérales 1 et 4 sont dissemblables, celle du côté droit ayant toujours une plaque de moins que celle du côté gauche. Chez les genres à fasciole infra-anale, les *Prymnodesmii*, c'est invariablement la rangée postérieure qui présente cette particularité, et c'est sa deuxième plaque qui correspond aux plaques 2 et 3 du côté gauche, laquelle, par conséquent, doit être considérée comme composée des deux plaques 2 et 3 fondues ensemble. Cette disposition est moins constante dans les Spatangoïdes qui manquent de fasciole infraanale, les *Psymnadeti*, la deuxième plaque de l'interradium 1*a* étant, chez la *Desoria* et l'*Atrapus*, confondue avec la plaque 2 de 1*b*, et non avec la plaque 3 de 1*a*. Le genre *Paloostoma* en diffère encore plus, en ce que la plaque composée n'appartient pas à la rangée 1*a*, mais à celle de 1*b*. Malgré ces variations, il est cependant constaté que, dans le squelette tégumentaire de tous les

Spatangoïdes, il existe du côté droit de la bouche, mais séparément, une région dans laquelle la formation des plaques a été modifiée de très-bonne heure par une circonstance qu'il est difficile de deviner, à moins qu'il ne faille la chercher dans l'acte du développement par lequel l'échinoderme reçoit dans son intérieur l'estomac et l'intestin de sa larve.

» Les ambulacres et les aires interradiales se rencontrent, dans toutes les Échinoïdées vivantes, au sommet du test auprès de l'appareil apical, composé des pièces dites *ocellaires* et *génitales*. Chez les Spatangoïdes, cet appareil se présente sous deux formes diverses. Ces genres éteints, qui ont eu leur plus grand développement pendant la période crétacée, se distinguent en ce que l'étendue occupée par le madréporite est séparée de l'interradium postérieur par les pièces ocellaires du bivium, lesquelles se touchent, ce que font aussi, chez la plupart, les pièces génitales latérales. Parmi les Spatangoïdes des mers actuelles jusqu'ici connues, il n'en existe qu'un seul ayant ce caractère ancien, l'*Hemiaster expergitus n.*, qui fut découvert, dans le voyage de la corvette suédoise *la Joséphine*, en 1870, par MM. Smitt et Ljungman, dans l'Atlantique, à 980 mètres de profondeur. L'autre disposition, moyennant laquelle le madréporite, allongé en arrière, sépare l'une de l'autre les pièces ocellaires du bivium et est lui-même en contact avec l'interradium postérieur, a lieu chez tous les autres Spatangoïdes des mers actuelles, dont quelques-uns sont aussi de la période éocène ou apparaissent même dans les dernières couches des terrains crétacés. Chez les Clypéastrides, l'étoile formée par l'appareil apical est le plus souvent complétement envahie par le madréporite, qui en efface les sutures; et alors les pores génitaux sont éloignés des pièces qu'ils occupent si généralement ailleurs, et placés dans les aires interradiales dont les dernières plaques les séparent de l'appareil apical. M. Cotteau a observé la même disposition chez un Échinide, le *Goniopygus*. C'est donc à tort qu'on a considéré ces pièces comme appartenant aux organes de la génération, avec lesquels elles n'ont pas plus de rapport que n'en ont les plaques de l'aire interradiale impaire perforées par l'ouverture anale avec les organes de la nutrition. Rien n'est plus facile que de se convaincre qu'elles existent déjà comme des parties intégrantes du squelette tégumentaire, longtemps avant qu'elles soient perforées en dedans par les conduits des organes de la génération.

» Chez les très-jeunes *Toxopneustes*, de 3 millimètres environ, l'appareil apical est constitué par les pièces « génitales » contiguës et des pièces « ocellaires » placées dans ses angles rentrants. C'est là la disposition pri-

mitive et normale, laquelle se maintient chez les adultes des genres *Echinus, Sphærechinus* et *Psammechinus*, de même que chez les Salénides, mais qui est considérablement modifiée pendant la croissance chez les *Toxopneustes* et beaucoup d'autres par l'introduction des pièces « ocellaires » dans les interstices des pièces « génitales ». C'est au milieu des cinq pièces « génitales » que doit se former l'ouverture anale. M. Alexandre Agassiz a déjà observé que, chez le très-jeune oursin, « le système anal est fermé par une plaque suranale unique, laquelle apparaît avant les pièces génitales et ocellaires et se distingue longtemps par sa grandeur parmi d'autres qui viennent en grand nombre couvrir le système successivement agrandi. » C'est que, en effet, les pièces « génitales » à cet âge sont contiguës et groupées autour d'un disque central à peu près pentagone. Mais cet état est de très-courte durée. Une résorption va commencer aux bords internes des pièces génitales 1 et 5, par suite de laquelle l'espace intérieur est évasé vers le côté postérieur gauche, de manière à laisser un interstice étroit entre ces pièces et le disque. Dans cet interstice, rempli par la peau, se montrent, d'abord en succession régulière, de petites pièces d'un tissu semblable à celui du disque central, mais qui restent isolées. A mesure que l'espace central s'agrandit, sa membrane devient comme pavée de ces petites pièces, et enfin l'ouverture anale se montre entre elles, excentriquement et en arrière, dans la direction de l'ambulacre I. L'ensemble de ces pièces, dernier résultat d'un travail physiologique qui primitivement donne naissance à un seul disque central compris entre les pièces génitales, et qui plus tard continue à produire un nombre toujours croissant de centres séparés, quoique ayant l'apparence d'un appendice subsidiaire au tube alimentaire, n'en est pas moins une partie essentiellement intégrante et indépendante du squelette tégumentaire. On retrouve cette même partie chez les Salénides; mais, chez eux, au lieu d'un agrégat de petites pièces séparées, on voit une lame continue pentagone, enchâssée au milieu des pièces génitales, échancrée en arrière pour la sortie du tube anal, qui s'effectue entre elle et les bords internes des pièces génitales 1 et 5, ou quelquefois celui de la première seulement. Si l'on regarde l'appareil apical d'un jeune oursin, à l'âge où la lame centrale seule en occupe le centre, et si l'on se représente celui des Salénides entier et imperforé, comme il devrait l'être si le tube anal n'y était pas, il se produit une disposition de ces parties semblable à celle de la base du *Marsupites*. On observe, sur les plaques de celle-ci, des stries parallèles et à angle droit avec les sutures, structure qui se retrouve aussi chez les Echinoïdées et qui est très-évidente dans les

pièces pentagones de leur appareil apical. Chacune de celles-ci est partagée en cinq champs triangulaires, ayant pour bases ses cinq côtés, et pour sommets son centre, et dont la texture interne est modifiée de manière à donner naissance à des barres parallèles, faisant un angle droit avec les côtés. Aussi y a-t-il à peine, sur les pièces apicales des Salénides, un seul trait de sculpture qui n'ait son pareil chez quelque Crinoïde. Or, si l'on doit interpréter la lame centrale des jeunes oursins et des Salénides comme homologue à celle du *Marsupites*, il en résulte que les plaques dites génitales sont à considérer comme homologues aux pièces basales (*basalia*) des Crinoïdées, et les pièces ocellaires comme des radiales (*radialia*), et, par conséquent, que l'appareil apical des Échinoïdées est un vrai calice. Mais comme les oursins sont des animaux libres, qui dirigent leur bouche vers la surface sur laquelle ils trouvent leur nourriture, ce calice, placé au pôle opposé à la bouche, forme chez eux le sommet du test, au lieu d'en être la base comme chez les Crinoïdées. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Structure des végétaux hétérogènes; par* **M. TH. LESTIBOUDOIS.**

« *Chénopodées.* — Ces plantes nous offrent de nombreux exemples d'accroissement hétérogène.

» La Betterave (*Beta vulgaris*), que nous avons décrite (*Comptes rendus*, t. LXXIII), nous en montre nettement le type. Si, peu de temps après la germination, on coupe transversalement la plantule au-dessous des cotylédons, on voit qu'elle contient un cercle de faisceaux composés d'une partie intérieure ou ligneuse formée de vaisseaux trachéens et d'une partie extérieure ou corticale, formée d'utricules transparents, minces, allongés, en un mot, semblables à ceux qui constituent le liber de beaucoup de racines; ceux qui touchent les vaisseaux sont à l'état d'organisation commençante, de zone génératrice, les extérieurs deviennent aréolaires et constituent une zone d'apparence médullaire. Bientôt en dehors de cette zone il se forme un deuxième cercle de faisceaux semblable au premier, en dehors de celui-ci un troisième, etc., etc. Nous en avons compté sept et plus sur certaines racines.

» Pendant la formation des faisceaux extérieurs, les premiers formés s'accroissent, leurs groupes vasculaires grandissent, des rayons médullaires secondaires les partagent, leur élément cortical se développe et leur largeur devient d'autant plus grande que leur accroissement a été plus pro-

longé; les faisceaux extérieurs, dont la formation est récente, ont des groupes vasculaires très-petits, à peine visibles, ou même exclusivement formés de tissu transparent. Parvenue à son entier développement, la racine composée de plusieurs cercles vasculaires séparés par des zones utriculaires, a pu être considérée comme formée de couches ordinaires créées en nombre multiple en une seule saison; mais chaque zone a conservé son élément cortical transparent, chacune a son accroissement propre, toutes sont formées en dehors de la zone d'accroissement de celles qui les précèdent; ces formations successives sont donc bien extralibériennes.

» C'est la partie transparente ou corticale des faisceaux qui contient la plus grande quantité du sucre fourni par la Betterave, et c'est aux dispositions que nous venons de décrire qu'est dû le fait que cette quantité est proportionnelle au volume de la racine, fait remarqué par M. Peligot: plus la racine est développée, plus elle a de zones transparentes, plus elle contient de sucre. La racine de la *Bette ordinaire*, qui est moins charnue que la Betterave, a la même structure que cette dernière.

» Le *Spinacia* présente une conformation semblable, ainsi que les *Chenopodium murale*, *urbicum*, *viride*, *rubrum*, etc. Leurs zones concentriques sont moins développées, parce que leurs tissus sont moins charnus; leurs vaisseaux sont accompagnés de clostres ligneux à parois épaisses, à extrémités aiguës. A la fin de l'année, le tissu transparent ou cortical des faisceaux est peu distinct, et leur bois d'égale largeur.

» Le *Salsola Kali* présente les mêmes dispositions que les *Chenopodium;* les groupes intérieurs des vaisseaux du premier cercle sont quelquefois séparés de ce cercle, et en quelque sorte contenus dans la moelle.

» Le *Camphorosma monspeliaca* ne présente plus la structure si caractérisée des genres précédents; ses rameaux annuels ont un cercle ligneux dont les rayons médullaires sont d'abord peu distincts. L'écorce contient douze ou treize faisceaux libériens transparents, correspondant aux faisceaux ligneux. Sur un rameau de deux ans, nous n'avons vu qu'une seule couche ligneuse. Sur un rameau plus âgé, nous avons vu une deuxième couche n'occupant que la moitié de la circonférence de la tige. Enfin, sur une plante paraissant avoir plus de trois ans, nous avons observé trois couches ligneuses. Ces couches étaient séparées par un cercle utriculaire très-étroit, n'ayant pas les caractères d'une zone corticale, et n'ayant pas un accroissement propre. Ses faisceaux libériens n'étaient plus distincts; en dehors de la zone d'accroissement ne se créait aucune production nouvelle. On ne peut donc ranger le *Camphorosma* parmi les plantes qui ont des formations extralibériennes.

» *Phytolaccées.* — Dans cette famille, on a reconnu que les jets d'un an du *Phytolacca dioica* présentaient plusieurs zones vasculaires (cinq et plus), séparées par des zones utriculaires, mais on les a considérées comme des couches ligneuses ordinaires, créées en nombre multiple pendant une même saison, parce que l'écorce de ces arbres, n'ayant pas de fibres libériennes, n'est pas facilement reconnaissable, et parce qu'on n'a pas suivi dans les diverses phases de leur développement les formations circulaires qui constituent la tige. Celle-ci montre d'abord un cercle de faisceaux arrondis, composés : 1° d'une partie intérieure formée de vaisseaux et de clostres à parois épaisses; 2° d'une partie extérieure transparente formée d'utricules très-étroits, très-minces, très-aigus, devenant de plus en plus larges et plus arrondis, à mesure qu'ils sont plus extérieurs, de manière à constituer une zone aréolaire. En dehors de cette dernière se forme un second cercle, semblable au premier; en dehors du second un troisième, et ainsi de suite. Ces cercles successifs sont ainsi formés en dehors de la partie transparente des faisceaux; or celle-ci doit être considérée comme leur liber, en raison de la forme des éléments qui la constitue, et surtout parce qu'elle engendre de nouvelles parties ligneuses et corticales. Cette création dure pendant un certain temps, de sorte que les cercles intérieurs sont plus larges; ceux qui les suivent sont de plus en plus petits et finissent par n'être plus qu'une trace de tissu transparent. Lorsque les faisceaux des cercles ligneux ont acquis tout leur développement, ils sont soudés entre eux et forment des couches continues en nombre supérieur à celui des années de la tige. Leur écorce n'apparaît plus que comme une zone utriculaire.

» La structure de la racine du *P. dioica* est la même que celle de la tige, si ce n'est que sa moelle disparaît par la soudure des faisceaux au centre.

» La structure du *Phytolacca decandra,* plante herbacée, est la même que celle de l'espèce arborescente que nous venons de décrire. Sa tige annuelle, à la fin de l'automne, a, à la base, une moelle large, verdâtre et succulente à la périphérie; elle est entourée de quatre cercles ligneux, formés de faisceaux étroits, et d'autant moins développés qu'ils sont plus extérieurs. Ces cercles sont séparés par des zones aréolaires; en dehors est un parenchyme vert en contact avec le dernier cercle ligneux; plus haut les cercles ligneux deviennent moins nombreux et moins larges, les extérieurs ne sont que des cercles transparents, contenant des points vasculaires obscurs ou encore dépourvus de vaisseaux. A l'extrémité des rameaux on ne trouve plus qu'un cercle ligneux composé de très-petits faisceaux arrondis, et des arcs transparents munis ou dépourvus de points vasculaires en dehors de la

zone d'accroissement du cercle ligneux. On voit donc, en étudiant la tige de la base au sommet, que ses cercles ligneux sont extralibériens et qu'ils se développent par un accroissement propre.

» *Amaranthacées.* — Elles ont une structure semblable à celle des Chénopodées. La tige d'un *Achyranthes*, reçu sous le nom d'*A. acuminata*, nous a montré une tige pourvue d'une moelle large, plus en dehors un cercle de douze faisceaux arrondis, puis quatre cercles ligneux festonnés, quelquefois divisés en arcs qui correspondent aux premiers faisceaux. Tous ces cercles sont séparés par des zones de tissu transparent, continues ou divisées par des lignes obscures, quelquefois aréolaires dans leur contour extérieur. La partie ligneuse est composée de vaisseaux et de clostres, les zones transparentes d'utricules étroits, allongés, aigus ou obtus.

» Dans le *Lestibudesia syphilitica*, la tige âgée de plus d'un an n'a qu'un seul cercle ligneux, composé de vaisseaux entourés de clostres; mais en dehors de sa zone d'accroissement on trouve des faisceaux fibro-vasculaires.

» Dans l'*Amaranthus spicatus*, Lmk, et plusieurs autres espèces indigènes ou exotiques, la tige présente, sous l'inflorescence, cinq faisceaux isolés dans la moelle, entre eux des faisceaux plus petits, et plus en dehors un cercle peu apparent formé de faisceaux très-petits, unis entre eux par du tissu assez dense, et séparés des précédents par du tissu aréolaire. Les petits faisceaux intérieurs deviennent de plus en plus nombreux, et le cercle ligneux extérieur plus apparent dans les parties inférieures de la tige; ce dernier est séparé de l'écorce par une zone transparente bien marquée, en dehors de laquelle on n'aperçoit pas de formations extralibériennes.

» Mais la racine présente très-nettement l'organisation de celle des Chénopodées : ses faisceaux primitifs sont unis au centre, et autour d'eux sont cinq cercles ligneux séparés par une zone transparente, formée d'utricules minces, allongés, un peu obtus, et par une zone formée d'utricules arrondis placée en dehors de la précédente. Les formations extérieures sont plus étroites que les intérieures, et celle qui est tout à fait en dehors est encore unie en partie au parenchyme.

» *Nyctaginées.* — Elles présentent la disposition des hétérogènes très-nettement. La tige et la racine du *Nyctago jalappa* ont des formations ligneuses concentriques composées de vaisseaux et de clostres aigus séparés les uns des autres par une zone transparente, plus distincte dans les formations extérieures, et formée d'utricules allongés, très-minces, devenant insensiblement aréolaires à l'extérieur. Ces cercles ligneux extérieurs sont de plus

en plus étroits et ne forment en certains points que des cercles incomplets. La moelle est remplie de faisceaux vasculaires disséminés, qui se rapprochent et se soudent au centre dans la racine.

» *Plumbaginées.* — Elles ont, comme l'a remarqué Unger, le bois formé de couches vasculaires alternant avec des couches sans vaisseaux, mais elles ne me semblent pas pouvoir être regardées comme hétérogènes : la conformation des espèces que nous avons pu examiner était tout à fait normale. La jeune tige du *Plumbago cærulea* a une moelle large, blanche, entourée d'un cercle ligneux composé de petits faisceaux arrondis, séparés de l'écorce par une zone d'accroissement formée d'utricules très-minces; plus en dehors sont des faisceaux libériens, arrondis, transparents, formés de tubes longs et poreux; ces faisceaux sont séparés de la zone transparente par une zone d'utricules arrondis, roussâtres, et ils sont entourés par le parenchyme extérieur formé de plusieurs zones utriculaires; les angles de la tige sont formés de faisceaux transparents en contact avec l'épiderme et formés de tubes très-allongés, non aigus, unis bout à bout. Dans la tige âgée, le système ligneux est plus développé, il est formé de zones vasculaires séparées par des intervalles de clostres ligneux, mais il ne présente pas de zones qu'on puisse assimiler à des couches corticales interposées.

» Le *Plumbago aphylla* ne diffère du précédent que par ses faisceaux transparents sous-épidermiques, plus nombreux, et ses faisceaux libériens moins séparés de la zone d'accroissement; ses couches sont peu distinctes.

» Le *Plumbago zylanica* a une organisation analogue, ainsi que le *P. rosca*. Dans ce dernier, les faisceaux transparents sous-épidermiques et les faisceaux libériens sont moins séparés et semblent presque confondus; dans les tiges de plusieurs années, les vaisseaux sont assez régulièrement en cercles, séparés par des zones non vasculaires, qui ont tous les caractères du tissu ligneux.

» *Convolvulacées.* — Dans cette famille monopétalée nous avons observé un *convolvulus* du Brésil, qui a la moelle excentrique, entourée d'un cercle ligneux arrondi et de nombreuses formations ligneuses, étroites, flexueuses, inégales, devenant de plus en plus petites à l'extérieur; elles sont séparées par des zones corticales étroites fort distinctes, interrompant souvent les formations ligneuses en se soudant aux zones corticales plus intérieures. Ces zones sont formées : 1° à l'intérieur, d'un cercle d'utricules minces, allongés, transparents, qui semblent représenter le liber, mais qui ne prennent pas l'apparence de fibres libériennes; 2° à l'extérieur d'un cercle d'utricules à parois épaisses, obscures, tapissées par une matière

colorée. Le parenchyme, qui occupe la périphérie, est assez épais et contient quelques fibres grosses, transparentes, aiguës, flexibles.

» Le *Convolvulus Turpethum* nous a présenté une formation ligneuse centrale entourée d'une écorce; en dehors de celle-ci une deuxième formation entourant la première, excepté en un point où la première écorce reste extérieure; enfin plus en dehors de cette deuxième formation, une deuxième écorce, et dans cette dernière un petit arc ligneux accompagné d'une troisième écorce. Les diverses zones corticales ont une organisation semblable: elles sont composées d'une zone d'utricules pâles et d'une zone colorée formée d'utricules allongés et de vaisseaux propres contenant des grains colorés; enfin d'une zone intérieure formée de tubes longs, minces, transparents, assez aigus, qui semblent représenter le liber. Le parenchyme extérieur contient, en dedans de la zone extérieure, qui est noirâtre, des fibres fines, flexibles, transparentes, très-aiguës, présentant quelquefois des délatations; quelques-unes se divisent à l'extrémité en fébrilles ténues.

» Le *convolvulus nervosus* nous a offert une formation ligneuse centrale circulaire, et sur trois points de la circonférence, trois séries de productions extralibériennes formées de plusieurs arcs ligneux, séparés par des zones, semblables à l'écorce et contenant une zone d'utricules allongés, minces, transparents. Le parenchyme extérieur contient des fibres très-longues, très-aiguës, transparentes, à parois d'épaisseur variable, présentant quelquefois des dilatations; ces fibres se rencontrent à une plus grande profondeur dans le parenchyme que celles des deux espèces précédentes. Cette plante présente une particularité qu'il faut noter : dans sa moelle on trouve des faisceaux formés de fibres semblables à celles qu'on observe dans le parenchyme extérieur.

» On ne peut s'empêcher de remarquer que, dans les espèces que nous venons de citer, les zones qui séparent les cercles ligneux n'ont pas de fibres libériennes aussi bien caractérisées que celles qu'on trouve dans le parenchyme extérieur. Il est difficile pourtant de ne pas considérer les zones comme de nature corticale, parce qu'elles ont absolument l'aspect de l'écorce primitive qui, en certains points, est restée unique, et que les arcs ligneux extérieurs sont manifestement en dehors de la zone d'accroissement de celle-ci. On doit conjecturer que, dans ces plantes, les productions ligneuses sont apparues dans l'écorce en dedans du premier cercle fibreux.

» *Viticées.* — Quelques espèces d'*Avicennia* nous ont montré une tige formée de zones ligneuses nombreuses (larges de 1 millimètre à peu près), flexueuses, divisées par des rayons médullaires très-minces, séparées

par des zones corticales très-étroites, mais très-distinctes, qui divisent quelquefois les zones ligneuses en îlots peu réguliers. Une tige reçue du Gabon, sous le nom de *Garigari*, de $0^m,60$ de diamètre, a le bois central olivâtre, très-irrégulier en son contour; le bois devient ensuite grisâtre sur une largeur de 4 à 5 centimètres, puis pâle sur une largeur de $1\frac{1}{2}$ centimètre. Une espèce de la Nouvelle-Calédonie, de 14 centimètres de diamètre, a le bois central sur une largeur de 12 centimètres, d'un brun olivâtre foncé, d'une intensité inégale; plus en dehors le bois devient grisâtre dans une étendue de 4 à 6 centimètres; enfin à la circonférence, sur une largeur de 1 centimètre, il est pâle, un peu jaunâtre. Ces arbres ont donc un *duramen* et un aubier de teinte très-différente, ce que nous n'avons pas vu dans les autres hétérogènes. Leur tissu ligneux est formé de vaisseaux en groupes linéaires, entourés de clostres.

» Les écorces intermédiaires sont formées de dehors en dedans : 1° d'une zone d'utricules arrondis, minces, confusément distribués; 2° d'une zone d'utricules, rectangulaires ou arrondis, aussi larges que longs, en rangées diamétrales, à cavité très-petite, à parois épaisses, poreuses; 3° d'une zone formée d'utricules plus minces, plus dilatées, plus confuses que dans la zone précédente et devenant de plus en plus allongés, à mesure qu'ils sont plus intérieurs; 4° d'une zone d'utricules minces, allongés, aigus, se déchirant souvent par la dessiccation.

» On trouve donc dans les zones placées entre les formations ligneuses tous les éléments d'une écorce bien distincte des éléments du bois; si elles ne contiennent pas de fibres libériennes bien caractérisées, elles ont des tissus qui ont la forme et la consistance des zones génératrices. On voit d'ailleurs que les formations ligneuses les plus extérieures apparaissent déjà dans le parenchyme extérieur, quand les zones ligneuses qui les précèdent ne sont pas encore arrivées au terme de leur accroissement.

» *Gentianées.* — Une espèce de cette famille, le *Gentiana cruciata*, a des particularités de structure qui l'ont fait considérer comme ayant des faisceaux ligneux formés en dehors de la zone d'accroissement. Sa souche épaisse, charnue, jaunâtre, pivotante, se termine par une racine fortement ramifiée; elle est couronnée par une touffe de feuilles nombreuses, serrées, connées, dont quelques-unes ont des bourgeons axillaires; elle a un bourgeon terminal volumineux, ou se termine en tige florifère. Les tiges florifères nées des bourgeons axillaires ont leurs feuilles inférieures détruites, elles portent des fleurs en fascicule terminal, ou naissant dans l'aisselle des feuilles supérieures. La partie moyenne de la souche principale, ou même la base des

tiges secondaires présentent dans le cours de leur développement des fentes longitudinales, qui peuvent devenir assez profondes pour les diviser en parties complétement séparées, lisses, jaunâtres dans tous leurs contours, s'écartant les unes des autres, soudées diversement, de manière à imiter des tiges, qui en se greffant auraient formé un réseau irrégulier. La partie de la tige qui commence à se diviser, a une moelle déchirée, ne laissant que des lambeaux attachés au bois. Les systèmes ligneux et cortical sont divisés en quatre faisceaux qui ne sont plus unis que par un tissu utriculaire en partie déchiré; quelques-uns sont subdivisés. La partie ligneuse des faisceaux se présente dans la coupe sous forme semilunaire, quelquefois elle est partagée par une ligne transparente en deux croissants, l'un intérieur et l'autre extérieur. Ce dernier présente souvent à sa partie moyenne une saillie arrondie. La partie corticale des faisceaux est large, blanche, semblant parfois uniforme, mais formée le plus souvent de deux parties, l'intérieure (faisceau cortical) est entièrement transparente, ou divisée à l'extérieur par des lignes radiales un peu obscures à peine marquées; l'extérieure (zone de parenchyme) blanche, non transparente, envoie un prolongement extrêmement étroit qui entoure le faisceau et s'unit au tissu médullaire placé en dedans du tissu ligneux. Ce parenchyme blanc contient des séries d'utricules contenant des corps cylindriques très-courts, très-minces, obtus, peu nombreux ou réunis en masse compacte; la zone la plus extérieure du parenchyme est jaunâtre.

» Dans sa partie inférieure, la souche cesse d'être quadripartie; son bois forme un cercle continu festonné à l'extérieur; sa moelle, qui est mal limitée, est remplie de faisceaux transparents, ayant un point obscur au centre; elle contient, comme le parenchyme de l'écorce, des utricules, pleins de petits corps cylindriques obtus; sa racine principale et ses divisions n'ont plus de moelle; elle produit de nombreuses radicelles, ainsi que la souche. Au-dessus du point où les faisceaux ligneux sont disjoints, la souche a quatre faisceaux séparés par des rayons médullaires larges qui correspondent aux feuilles décussées et à leurs bourgeons; ceux-ci unissent leurs fibres à deux faisceaux voisins.

» En observant la tige à ses différents âges, on voit tous les degrés de division; une plante, qui n'avait qu'une tige peu développée, avait dans la partie divisée de la souche, d'un côté deux faisceaux séparés, de l'autre côté deux faisceaux encore unis.

» Quelques tiges âgées restent indivises; d'autres, au contraire, ont les faisceaux séparés à ce point qu'ils semblent constituer des tiges distinctes;

dans une de ces tiges, deux des faisceaux étaient séparés et même subdivisés; les autres étaient restés unis en un seul segment, qui avait rapproché ses bords de manière à simuler une tige circulaire, entourée d'une écorce qui la séparait des faisceaux isolés; mais le segment, qui avait rapproché ses bords, conservait entre eux une trace de la déchirure centrale, et n'avait pas d'écorce en ce point.

» Ce sont ces dispositions singulières qui ont pu faire attribuer au *Gentiana cruciata* des productions extralibériennes; cette plante a des faisceaux séparés, pourvus d'un accroissement propre, privés d'un centre médullaire et de couches concentriques; mais, en réalité, ces faisceaux ne sont pas produits en dehors de la zone normale d'accroissement; ils ne sont que le résultat de la division plus ou moins complète du corps ligneux et de l'écorce; on ne trouve pas intérieurement un système ligneux plus ancien que les faisceaux, et pourvu de son écorce et de sa zone génératrice. Si quelquefois dans les faisceaux distincts on trouve un arc ligneux intérieur séparé de l'extérieur par une ligne transparente, cette ligne est excessivement étroite et ne peut être considérée comme un système cortical complet, elle n'est pas constante; elle disparaît toujours dans la partie supérieure de la souche; là les faisceaux se retrouvent unis, et symétriquement disposés; nous ne pouvons donc ranger le *Gentiana cruciata* parmi les hétérogènes. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les effets de la communication latérale du mouvement d'un cours d'eau qui traverse un réservoir, et sur les dépôts ou bancs de sable qui en résultent.* Note de **M. de Caligny.**

« Quand un cours d'eau traverse un réservoir, on peut voir, au premier aperçu, qu'il s'évase beaucoup plus près de son embouchure que cela ne se fait réellement; car j'ai remarqué en général, près de ces embouchures, des ondes ayant un mouvement apparent de translation qui paraît élargir immédiatement le cours d'eau. Mais, en répandant des poussières ou de petits flotteurs sur ces ondes, on voit que, en vertu de la communication latérale du mouvement, ils marchent en sens contraire de la translation apparente dont il s'agit, et viennent se faire prendre par le courant, jusqu'à une distance de son embouchure que je suis parvenu à faire varier, comme on le verra plus tard. Venturi avait remarqué qu'un courant attirait à lui, dans certaines circonstances, des corps flottant à la surface de l'eau qu'il traverse, mais il ne s'était pas occupé du genre de recherches qui font l'objet

de cette Note, quoiqu'il eût signalé le mouvement en retour occasionné par la dénivellation résultant du mouvement de l'eau ambiante vers ce courant.

» A une certaine distance de l'embouchure, les filets liquides, au lieu d'attirer à eux l'eau ambiante, la repoussent, et le courant s'évase. Il est recouvert d'ondes plus ou moins sensibles, et donne lieu à des tourbillons latéraux, même avant l'époque où cet évasement est bien prononcé. Les dépôts ou bancs de sable, résultant de cet ensemble de phénomènes, dépendent de plusieurs effets bien distincts, selon la distance considérée à partir de l'embouchure relativement à son diamètre. Dans la région où le liquide est attiré, au lieu d'être repoussé par le courant, le phénomène qui domine est une véritable cause de *curage*, et même, dans les circonstances du moins où j'ai fait les observations, non-seulement il n'y a de dépôts qu'à partir d'une certaine distance de l'embouchure, mais le fond jusqu'à cette distance est parfaitement nettoyé par les mouvements de l'eau, quand on y répand du sable.

» Ainsi que je l'ai dit ci-dessus, la dénivellation qui résulte de ces mouvements occasionne un écoulement en sens contraire du courant central qui traverse le réservoir, je veux dire qu'une partie de l'eau sortie de ce courant, à une certaine distance de son embouchure revient en arrière dans une direction qui lui est en général à peu près parallèle, surtout le long des parois du réservoir où j'ai fait ces observations.

» Ce phénomène, donnant lieu lui-même à des tourbillons, peut, dans certaines circonstances, être une cause de dépôts qui n'auraient pas la même raison d'être si la largeur du réservoir était indéfinie, comme le serait la mer où se jetterait un courant. On conçoit, en effet, que ces mouvements de retour, dont la raison a été si bien donnée par Venturi, ne seraient pas nécessaires pour combler la dénivellation précitée, si l'eau ambiante pouvait arriver de toutes parts. Il résulte de cette considération que les dépôts latéraux, provenant des effets d'un courant à une certaine distance de son embouchure, seraient sans doute moins sensibles dans un réservoir dont la largeur serait indéfinie, que dans celui dont il s'agit ici.

» A partir de la distance où le curage latéral n'est plus le phénomène dominant, on ne doit pas s'étonner si les tourbillons latéraux donnent lieu à un commencement de dépôt sur une bande latérale, d'abord d'une très-petite largeur, et dont les dimensions prennent un accroissement graduel jusqu'à la distance où les corps flottants latéraux quittent définitivement le courant. Mais, avant d'entrer dans ces détails, je vais indiquer un moyen de varier les effets.

» La distance de l'embouchure à laquelle les corps flottants latéraux quittent définitivement le courant peut être modifiée au moyen d'un barrage noyé, disposé assez loin dans le canal, qui est en aval du réservoir. Cette distance est d'autant plus augmentée, que l'on diminue davantage ainsi la pente du courant général au travers du réservoir. Il se présente même, abstraction faite de l'observation des corps flottants, un phénomène bien caractéristique. Quand on trouble le liquide, en agitant un dépôt latéral au fond du réservoir, on peut, à une distance convenable de l'embouchure, faire à volonté attirer ou repousser par le courant l'eau troublée, selon que le barrage précité est plus ou moins haut.

» Ces effets peuvent faire penser qu'il y a lieu d'examiner si les courants formés, du moins en partie, par les coups de bélier des vagues, contre deux digues convergentes, doivent repousser les dépôts tout à fait aussi loin de l'embouchure, que s'il n'y avait à considérer qu'un courant ordinaire, ne formant pas de chute bien sensible à la sortie de ces digues. Dans le cas où cette considération aurait quelque importance, elle dépendrait probablement du rapport de la hauteur des vagues à la profondeur de l'eau, à la sortie de cette embouchure.

» Le réservoir sur lequel j'ai fait les observations a été vidé après être resté environ une année sans être curé. Je n'ai pu faire d'observations sérieuses, sur les dépôts occasionnés par le courant, que d'un seul côté de ce courant, parce que, de l'autre côté, on avait, par mégarde, laissé depuis longtemps tomber des pierres qui avaient changé les conditions dans lesquelles s'était produit le phénomène. La bande de dépôts, qui n'avait d'abord que $0^{m},10$ de large et qui était légèrement sinueuse, était à peu près parallèle au courant; sa forme générale avait beaucoup d'analogie avec celle d'un poisson très-allongé, dont la tête, tournée vers l'aval, avait une largeur de $0^{m},30$, dont une partie était même d'une très-petite épaisseur. Une bande de sable s'étendait ensuite plus loin vers l'aval, jusqu'à la distance où le fond du réservoir se relevait pour se raccorder avec le canal de décharge.

» Sans entrer ici dans des détails que ne permettrait pas l'étendue de cette Note, je dirai seulement que le canal d'amont, d'une très-grande longueur, avait une section rectangulaire de $0^{m},50$ de large. Le réservoir traversé par le courant était cinq fois plus large que ce canal, dont le fond était, à son embouchure, à $0^{m},23$ au-dessus du fond de ce réservoir, qui n'était pas tout à fait de niveau, surtout du côté un peu relevé où je n'ai pu faire d'observations sérieuses. Le banc de sable et de dépôts

divers dont j'ai parlé commençait à $0^m,50$ environ de la paroi du réservoir, dans laquelle se trouve l'embouchure précitée. Sa longueur totale était d'environ $1^m,90$. La bande supplémentaire, qui avait $0^m,10$ environ de large, s'étendait d'abord parallèlement, puis à la fin perpendiculairement au courant, à cause de l'inclinaison du fond se relevant vers le canal de décharge; mais cette bande avait une si petite épaisseur, que je pourrais peut-être me dispenser d'en parler, à cause de quelques irrégularités du fond. La longueur totale du réservoir, quant à ses parois parallèles au courant qui le traversait dans le milieu, était de $3^m,80$; mais ce réservoir avait de plus un prolongement de $1^m,25$, formant un entonnoir qui se raccordait avec le canal de décharge, dans la direction du canal d'arrivée : ces canaux et ce réservoir étaient enduits de ciment.

» La plus grande épaisseur de la bande de dépôt était de $0^m,040$, celle de l'extrémité la plus proche de l'embouchure d'amont n'étant que de $0^m,008$. La distance de cette extrémité au courant était de $0^m,40$. Le courant qui avait occasionné ce dépôt, avant que le canal d'amont eût été curé, ne se dirigeant pas alors tout à fait dans le milieu du réservoir, la bande de dépôts dont il s'agit n'était point parallèle à l'axe du canal. Mais l'eau ayant été remise avant le curage du réservoir, et le courant se trouvant alors parallèle à cet axe, le dépôt a pris une direction qui, quoique sinueuse, était aussi parallèle à cet axe que l'on pouvait s'y attendre.

» Le curage des canaux d'amont et d'aval avait changé sensiblement les niveaux. La chute du canal d'amont dans le réservoir, qui était très-peu sensible, tout en occasionnant déjà un dégagement de quelques bulles d'air, avait assez notablement augmenté pour rapprocher d'une manière importante la distance à laquelle les filets latéraux quittaient définitivement le courant, ce qui modifiait nécessairement les tourbillons. Il en est résulté un effet intéressant, qui s'accorde bien avec ce que j'ai dit ci-dessus des effets provenant des modifications dans la pente de la surface. La forme du dépôt a été changée, c'est-à-dire que le dépôt, tout en conservant sa forme générale, analogue à celle d'un poisson très-allongé, s'est retourné de manière que la tête était vers l'amont, au lieu d'être vers l'aval.

» Ayant ôté les pierres qui étaient dans le dépôt, de l'autre côté du courant, j'ai agité ce dépôt avec une planche, afin que le courant pût s'en emparer pendant quelques jours, et que sa forme en dépendît d'une manière toute naturelle. Il a pris alors une forme analogue à celle du dépôt formé de l'autre côté du courant. L'espace resté libre entre ces deux espèces de bancs de sable a été parfaitement balayé, sur une largeur notablement

plus grande que le courant. Il est intéressant de remarquer que ce courant, pénétrant dans un réservoir beaucoup plus profond que lui, donne lieu, non-seulement à des tourbillons latéraux à axe vertical, mais aussi à des tourbillons inférieurs à axe plus ou moins horizontal, qui font reculer des corps plus denses que l'eau, répandus sur le fond du réservoir. Mais, en définitive, ces corps sont chassés latéralement, et le fond se trouve curé, ainsi que le pourtour des dépôts.

» Il résulte de ce phénomène qu'il sera sans doute utile d'étudier les effets semblables qui pourraient se produire à la sortie de l'embouchure formée par deux digues convergentes, donnant passage à un courant formé en partie par les coups de bélier des vagues. En effet, il ne paraît pas indispensable, d'après cela, que le fond de l'eau soit à la même profondeur en aval de cette embouchure qu'en amont (1). Il y a lieu de penser, si dans les circonstances dont il s'agit cela n'avait pas d'inconvénient pour la navigation, qu'on pourrait augmenter notablement la force des coups de bélier des vagues, en relevant d'une manière convenable et graduelle le fond, à l'intérieur de ces digues convergentes, sans que cela empêchât d'opérer le curage en aval, jusqu'à une certaine profondeur qu'il s'agit d'étudier.

» D'après ce que j'ai dit ci-dessus, le curage résultant, près de l'embouchure, de la communication latérale du mouvement des liquides pourrait bien, s'il ne résultait que d'un courant compris entre des digues parallèles, ne s'étendre qu'à une distance de l'embouchure analogue à la largeur de celle-ci. Mais la convergence des digues change l'état de la question, même abstraction faite des coups de bélier des vagues qui doivent en résulter. Je crois devoir appeler sur ce sujet l'attention des ingénieurs qui étudient le moyen proposé par M. Cialdi, pour éviter les ensablements des ports-chenaux dont j'ai parlé dans ma Note du 22 juillet dernier (voir les *Comptes rendus*, p. 192-193). Je ne sais si l'on a saisi suffisamment ce qu'il y a d'essentiel dans la convergence des digues qu'il a proposées pour résoudre ce problème. Si l'expérience seule peut montrer quel est l'angle de convergence le plus convenable, dans chaque circonstance donnée, l'idée fon-

(1) Quand les vagues arrivent au bord d'une plage très-inclinée, elles s'y élèvent et redescendent avec mouvement en sens contraire de celui des vagues qui les suivent. Le cas est donc très-différent de celui d'un plan incliné qui serait entièrement plongé, et sur lequel on conçoit que les vagues peuvent produire, par des espèces de coups de bélier successifs, une sorte de courant capable d'agir après avoir dépassé le sommet du plan incliné, sans qu'on ait à se préoccuper du genre de mouvement précité, qui fait, selon une expression convenue, mourir les vagues.

damentale de cette convergence, due à M. Cialdi, me paraît une addition essentielle à tout ce qu'on pouvait avoir dit sur ce sujet (1).

» J'ai fait quelques expériences provisoires sur les effets des ondes *de translation* produites dans le canal d'amont, en rétrécissant, pour cette expérience seulement, l'embouchure avec des briques, de manière à établir une sorte de convergence analogue à celle dont il s'agit. Je me propose de multiplier ces observations, mais je peux déjà affirmer que ces ondes, en se précipitant dans ce passage rétréci, attirent les corps flottants répandus dans le réservoir près de l'embouchure, avec plus de force que ne le fait le courant sortant du même passage, quand on ne produit pas d'ondes en amont.

» J'ai fait varier, ainsi que je l'ai dit, la hauteur du courant en amont au moyen d'un barrage noyé dans le canal de décharge. Lorsque cette profondeur était portée à environ $0^{m},16$, avant le curage dont j'ai parlé, la surface de l'eau, à son entrée dans le réservoir et dans ce réservoir même, était aussi convenablement unie qu'on pouvait le désirer, quoiqu'on aperçût toujours de légères dénivellations, inévitables dans ces circonstances, car il n'y a point alors de cours d'eau rigoureusement permanent; on voit même souvent se séparer les petits corps flottants répandus sur les bords du courant; mais ils ne le quittaient définitivement, dans les conditions précédentes, qu'à une distance d'environ 3 mètres de l'embouchure; il est bien entendu que je désigne toujours ainsi, dans cette Note, l'embouchure d'amont. Il est même probable que la réaction des parois d'aval du réservoir s'opposait à ce que ces flotteurs restassent un peu plus longtemps à peu près parallèles à l'axe du cours d'eau.

» Comme il y avait un canal de décharge, faisant une sorte d'*appel* à l'écoulement en aval, l'évasement aurait sans doute été moins allongé, sans l'existence de ce canal, si le réservoir avait été de dimensions indéfinies (2).

---

(1) Si les dépôts latéraux se formaient comme des bandes qui, du moins jusqu'à une assez grande distance de l'embouchure, seraient comme ci-dessus d'une assez petite largeur par rapport à celle de cette embouchure, ils pourraient être du moins en partie détruits par suite des changements dans la direction des vents. J'ai en partie fait enlever une de ces bandes, en modifiant un peu la direction du courant au moyen de briques posées d'un côté de l'extrémité du canal d'amont, pour cette expérience seulement, pendant plusieurs jours.

(2) La dénivellation occasionnée près de l'embouchure d'amont par la communication latérale du mouvement de l'eau étant une cause des courants en retour dont j'ai parlé ci-dessus; cette circonstance peut contribuer à l'évasement du cours d'eau central qui alimente

La vitesse du filet central à la surface du canal d'amont était moindre que $0^{m},50$ par seconde. Or on sait que, dans les très-petites vitesses, le coefficient des frottements de l'eau proportionnels aux carrés des vitesses ne suffit pas pour expliquer le déchet dans les tuyaux de conduite ordinaires. C'est sans doute une raison pour que, dans les petites vitesses, l'évasement résultant de la communication latérale du mouvement de l'eau doive se faire sentir plus près de l'embouchure d'amont que si les vitesses étaient grandes. J'ai mentionné, dans ma Note du 22 juillet, des faits qui viennent à l'appui de ces considérations; il y a donc lieu de penser que la distance à laquelle l'évasement a été observé dans le réservoir précité est loin d'être exagérée.

« Pour bien saisir l'application des recherches de ce genre à l'étude des grandes veines liquides, analogues à celles du système précité de M. Cialdi, il faut se rendre compte de la manière dont les évasements de ces veines liquides sont produits par la communication latérale du mouvement des fluides. On concevra alors l'application des études faites sur des veines liquides de dimensions très-différentes; ce n'est pas de l'inertie de l'eau en aval du courant pénétrant dans un grand réservoir qu'il s'agit relativement à cette recherche, puisque, si les parois d'un canal étaient indéfiniment prolongées et qu'il n'y eût pas ce qu'on est convenu d'appeler des résistances passives, il n'y aurait évidemment aucune raison pour qu'un cours d'eau s'arrêtât dans ce lit. La distance à laquelle un courant doit se faire sentir, dans un réservoir où il pénètre, dépend de sa vitesse, puisqu'il s'agit en ce sens d'une sorte de projectile. Mais le mode d'évasement doit être, dans des limites très-étendues, à peu près indépendant des vitesses à l'embouchure d'amont, quand les vitesses sont assez grandes pour que les résistances passives soient sensiblement proportionnelles à leurs carrés, si l'on tient compte, d'ailleurs, des phénomènes résultant du mode de chute plus ou moins sensible de la veine à l'embouchure, comme je l'ai dit ci-dessus.

» Pour vérifier cette conséquence, j'ai enfoncé, au-dessous du niveau bien tranquille de l'eau d'un réservoir, un siphon renversé où l'eau était poussée au moyen d'un ressort, de manière à sortir de bas en haut. Or j'ai vérifié que le *bouillon* de sortie, qui venait couper ce niveau, restait assez sensiblement de la même largeur pendant tout le temps que le ressort se détendait, quoique la tension, conservant encore à la fin une force convenable, dimi-

---

ces courants latéraux. Or j'ai montré ci-dessus que les choses ne se passeraient pas de la même manière, si le cours d'eau débouchait dans un réservoir de dimensions indéfinies.

nuât à mesure que ce ressort achevait sa course. Je fais, bien entendu, abstraction des légers mouvements résultant nécessairement des vibrations, pour ne considérer que les indices de la forme générale de l'évasement.

» Il y a lieu de penser que, toutes choses égales d'ailleurs, et pour des vitesses un peu grandes, la distance de l'embouchure à laquelle se fera l'évasement sera proportionnelle au diamètre de cette embouchure. Il ne s'agit, dans cette Note comme dans celle du 22 juillet, que de signaler, en attendant de nouvelles observations, les principaux phénomènes relatifs à l'étude d'une question d'utilité publique, et d'appeler sur ces phénomènes l'attention des ingénieurs en position d'étudier les embouchures des fleuves. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note accompagnant la présentation des travaux de M.* P. Havrez *sur la teinture; par* M. Chevreul.

« Dans la séance du 29 de janvier 1872, je présentai à l'Académie une Note relative aux recherches sur la teinture entreprise par M. Paul Havrez, ingénieur civil, directeur de l'École professionnelle de la ville de Verviers.

» Une de ces recherches avait pour objet de montrer par une *formule mathématique générale* le moyen de reproduire par la teinture les nuances des couleurs des cercles chromatiques, *nuances* qu'il veut bien nommer *chevreuliennes*.

» Après quelques observations que je crus soumettre à l'auteur, il me répondit, et aujourd'hui je présente, au nom de M. P. Havrez, les publications, dont je dépose la liste sur le bureau de l'Académie, pour la bibliothèque de l'Institut; en outre, son Mémoire intitulé : *Formules pour les lois de teinture* (numéros des nuances chevreuliennes liés aux doses d'agents générateurs).

» Je donnerai, dans la séance du 21 courant, des observations qui ont quelque rapport avec le Mémoire de M. P. Havrez, mais qui y sont étrangères, en ce sens qu'elles ont pour objet de répondre à un écrit qui fait partie d'un *Recueil officiel*; il a pour titre :

EXPOSITIONS INTERNATIONALES.

LONDRES 1871.

FRANCE.
Commissions supérieures.

RAPPORTS.

» Si je pense que, dès qu'un homme publie un écrit quelconque, il se

reconnaît passible de la critique, et si, conformément à cette opinion, je n'ai jamais, je crois, répondu à aucune critique qu'on a pu faire de mes ouvrages, il n'en est point ainsi d'un rapport sur les applications de l'art à l'industrie, signé A. Gruyer.

» Il me sera facile de démontrer par des *citations textuelles* de mes ouvrages, et par des *faits* que l'autorité pourra faire *vérifier, que, étranger, comme je l'ai déclaré plusieurs fois,* à la confection des tapisseries des Gobelins et des tapis de la Savonnerie, je ne puis être accusé *d'avoir plutôt entravé qu'avancé les manufactures de l'État par mes recherches sur les couleurs.*

» L'Académie me permettra donc de lui faire l'*histoire des cercles chromatiques*, dont la confection fut demandée par la Chambre de commerce de Lyon, et qui est absolument étrangère à l'influence qu'on prétend que j'ai exercée sur la confection des tapisseries. »

M. Dumas fait hommage à l'Académie, au nom de M. *de Jacobi*, d'une brochure intitulée « Réduction galvanique du fer sous l'influence d'un solénoïde électro-magnétique puissant ».

L'auteur a étudié les conditions du dépôt du fer par voie galvanique, dans deux voltamètres semblables et assemblés, contenant une solution à équivalents égaux de sulfate de protoxyde de fer et de sulfate de magnésie, avec anode soluble de fer. Le vase de l'un des voltamètres était enveloppé extérieurement d'un solénoïde en cuivre, traversé par le courant d'une batterie voltaïque distincte. L'auteur avait espéré obtenir, dans ces dernières conditions, du fer doué d'un magnétisme permanent. L'expérience n'a pas réalisé cette prévision, mais le fer déposé sous cette dernière influence présentait une structure cristalline agglomérée, différant de celle du fer déposé dans le second voltamètre, qui présentait l'aspect d'un cylindre lisse et brillant. Dans l'un comme dans l'autre cas, le fer déposé n'était pas doué d'un magnétisme permanent sensible. Une planche galvano-héliographique indique, dans le Mémoire de l'auteur, l'apparence du fer avec son agglomération cristalline.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur les courants d'induction développés dans la machine de M. Gramme* (suite et fin); *par* **M. J.-M. Gaugain** (1).

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Lorsqu'un anneau conducteur se meut sur un tel solénoïde, le courant induit développé dans l'anneau ne dépend pas de l'intensité absolue des courants qui parcourent les circuits placés immédiatement sous l'anneau, il dépend de la variation plus ou moins grande que subit l'intensité du courant inducteur, lorsqu'on passe d'un circuit à un autre; si cette intensité croît dans toute l'étendue du solénoïde et qu'elle croisse inégalement, de manière que le courant inducteur se rapproche de l'uniformité, le courant induit qui résultera d'un déplacement donné de l'anneau se trouvera diminué, malgré l'accroissement général de l'intensité du courant inducteur. Or, on peut admettre que, dans les expériences des nos 18 et 19, l'adjonction du barreau CD augmente les intensités de toutes les parties du barreau AB comprises entre l'aimant et l'extrémité A, et qu'en même temps elle atténue la différence qui existait entre ces intensités.

» **21**. On peut même s'assurer qu'il en est réellement ainsi, par une méthode d'observation que je dois faire connaître : l'aimant et le barreau de fer AB étant disposés comme je l'ai indiqué n° 18, et l'hélice occupant une position déterminée entre le pôle double C et l'extrémité A du barreau. Si l'on vient à éloigner l'aimant, le barreau reviendra à l'état neutre, et il se produira dans l'hélice un courant induit de désaimantation. Or, la direction de ce courant est indépendante de la position de l'hélice, mais son intensité varie avec cette position; supposons donc que le barreau soit divisé en parties égales, de 1 centimètre, par exemple, que l'hélice soit successivement placée sur chacun des points de division, et que pour chacune des positions on détermine expérimentalement l'intensité du courant de désaimantation : on pourra représenter graphiquement les résultats des expériences, en prenant pour abscisses la distance de l'hélice au pôle double C, et pour ordonnées les déviations galvanométriques, obtenues pour chaque position de l'hélice au moment de la désaimantation.

---

(1) *Voir* pour ce qui précède *Comptes rendus*, séance du 15 juillet 1872, t. LXXV, p. 138, et séance du 9 septembre, même volume, p. 627.

» La courbe tracée par cette méthode représente l'action inductrice, et la grandeur de cette action varie, en général, avec un certain nombre de circonstances : elle dépend du nombre plus ou moins grand de circuits inducteurs qui se trouvent à portée d'agir sur le conducteur induit; elle dépend de la distance dans laquelle l'action s'exerce; elle dépend enfin de l'intensité du courant qui parcourt les circuits inducteurs. Mais, lorsqu'on opère sur un long solénoïde, le nombre des circuits qui peuvent agir efficacement sur l'anneau induit reste le même; tant que cet anneau se trouve placé à une certaine distance des extrémités du solénoïde, ces circuits agissent toujours à la même distance, et, par conséquent, l'action inductrice dépend exclusivement de l'intensité moyenne des courants qui parcourent les circuits voisins de l'anneau induit. Si donc on laisse de côté les parties du solénoïde voisines des extrémités, on peut dire que la *courbe de désaimantation* représente, approximativement au moins, les intensités du courant inducteur correspondant aux divers points du solénoïde, c'est-à-dire aux divers points du barreau de fer assimilé à un solénoïde.

» 22. Maintenant j'ai tracé les *courbes de désaimantation* correspondant aux deux cas considérés dans le n° 18, c'est-à-dire au cas où le barreau CD est placé à la suite du barreau AB, et au cas où le barreau CD est mis de côté, et voici le résultat que j'ai obtenu : la première des deux courbes est partout supérieure à la seconde, mais elle a moins de pente, elle s'abaisse moins rapidement vers l'axe des abscisses. La supposition admise dans le n° 20 se trouve donc justifiée.

» 23. Il existe une relation très-simple entre les courants induits obtenus par désaimantation et ceux qui résultent du seul déplacement de l'hélice quand l'aimantation reste invariable. Le courant induit développé lorsque l'hélice est transportée du point M au point M' est égal à la différence des deux courants de désaimantation qui se produisent lorsque l'hélice est successivement placée en M et en M'; cette relation, que le raisonnement indique, a été vérifiée par de nombreuses expériences. D'après cela, si l'on imagine que l'hélice soit placée au point du barreau dont l'abscisse est x et qu'on lui fasse subir un petit déplacement de grandeur déterminée, l'intensité du courant induit résultant de ce déplacement sera sensiblement proportionnelle à $\frac{dy}{dx}$, y étant l'ordonnée de la *courbe de désaimantation*. Il existe donc une relation très-simple entre cette courbe et l'autre courbe dont il a été question dans le n° 15, celle qui représente les courants induits obtenus en faisant subir à l'hélice un petit déplacement, toujours le même.

La première me paraît représenter ce que Faraday appelle l'*état électrotonique*, la seconde représente l'intensité magnétique.

» 24. Je reviens maintenant à l'expérience du n° 1, dont je me suis borné à faire connaître le résultat général. Lorsqu'on opère dans les conditions indiquées, la direction du courant reste toujours la même quand on fait mouvoir le barreau dans le même sens, elle ne change pas avec la position de l'hélice sur le barreau : on peut placer cette hélice à droite ou à gauche du pôle double, sur la partie du barreau qui est comprise entre les deux régions neutres ou en dehors de cette partie, le courant marche toujours dans le même sens. Si l'on désigne par C le pôle double, par A et B les deux extrémités du barreau, il est clair que la partie AC ira en augmentant de longueur et que la partie BC ira en diminuant, lorsque le barreau sera poussé de B vers A. Or la direction du courant induit indique que l'aimantation s'accroît dans la partie AC qui s'allonge, et qu'elle diminue dans la partie AB qui se raccourcit. Maintenant on retrouve ici l'espèce de contradiction signalée dans l'expérience du n° 18; car si l'on explore, par la méthode indiquée n° 16, l'état magnétique du barreau, en maintenant dans des positions déterminées l'aimant et le barreau, on trouve qu'à distances égales du pôle double l'intensité magnétique est toujours sensiblement la même pour les deux parties du barreau, même quand elles sont de longueurs très-inégales. Mais ces faits, en apparence contradictoires, peuvent s'expliquer de la même manière que ceux du n° 18; il suffit, pour s'en rendre compte, de tracer les courbes de *désaimantation* correspondant aux diverses positions qu'occupe le barreau.

» 25. La théorie de l'expérience n° 3 étant une fois établie, l'expérience de M. Gramme, que j'ai citée dans le n° 1, se trouve elle-même expliquée, puisque j'ai fait voir (n° 10) que les courants induits, obtenus dans l'une ou dans l'autre, sont dus à la même cause. Comme cette cause réside dans la modification que subit la *courbe de désaimantation*, et comme cette modification dépend elle-même de l'inégale longueur des parties du barreau placées à gauche et à droite de l'aimant, il en résulte, non-seulement qu'il n'est pas nécessaire d'employer dans l'expérience de M. Gramme un électro-aimant très-long, mais qu'on n'obtiendrait plus de courant du tout si la longueur de l'électro-aimant était infinie.

» 26. Quant à la machine de M. Gramme, dans laquelle un anneau de fer doux, entouré d'une hélice sans fin, tourne entre les deux pôles d'un aimant permanent en fer à cheval, j'ai reconnu, dès le début de mes recherches (n° 11), que le courant induit qu'elle développe était dû, au

moins pour la plus grande partie, au déplacement de l'hélice; je me suis assuré depuis qu'il est exclusivement dû à cette cause. Les constructeurs de la machine, MM. Breguet, ayant eu l'obligeance de mettre à ma disposition les pièces d'un appareil, j'ai répété sur l'anneau de fer les expériences nos 2 et 3, que j'avais exécutées d'abord sur un barreau droit : j'ai enroulé, autour de l'anneau de fer, un fil de cuivre couvert de soie, de manière à former un petit toron, assez lâche pour pouvoir glisser librement sur l'anneau, et j'ai déterminé les valeurs relatives des courants induits obtenus : 1° en déplaçant le toron seul; 2° en déplaçant simultanément le toron et l'anneau; 3° en maintenant le toron dans une position invariable et en faisant tourner l'anneau seul. La direction et l'amplitude du mouvement restant toujours les mêmes, j'ai trouvé que le courant développé était un peu plus faible dans le second cas que dans le premier, et que, dans le dernier cas, on n'obtenait qu'un courant très-faible, dirigé en sens contraire de ceux qui étaient obtenus dans les deux autres cas. On voit donc que les changements qui se produisent dans l'état magnétique de l'anneau, non-seulement ne concourent pas à la production du courant développé par la machine, mais qu'ils lui font obstacle dans une certaine mesure. Le faible courant qui résulte du mouvement de l'anneau seul est dû à la force coercitive du fer. »

PHYSIQUE. — *Sur l'efficacité des paratonnerres.* Note de M. W. de Fonvielle.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

« M. le Ministre de l'Instruction publique ayant bien voulu m'accorder la mission d'étudier les effets des orages en Angleterre, j'ai la satisfaction d'annoncer à l'Académie que l'Association Britannique pour le progrès des sciences a reconnu l'importance des questions soulevées par les accidents nombreux dont la foudre a été la cause de l'autre côté du détroit.

» Une Commission de sept membres, présidée par M. James Glaisher, de l'Observatoire de Greenwich, a été chargée de faire un Rapport sur les moyens d'augmenter l'efficacité des paratonnerres et sur tous les cas dans lesquels ils paraissent en défaut. Après avoir voté des remercîments à M. le Ministre de l'Instruction publique de France, qui avait été en quelque sorte l'instigateur de sa nomination, le Comité a immédiatement commencé ses travaux, et s'occupe de la rédaction de pièces que j'aurai prochainement à communiquer à l'Académie. Mais, des sinistres considérables appe-

lant en ce moment l'attention publique sur les paratonnerres, je crois que l'Académie me pardonnera de lui présenter, en mon nom personnel, un certain nombre de faits, parmi ceux que j'ai appris à l'occasion de notre travail collectif.

» Le nombre des accidents sur lesquels nous aurons à faire un Rapport au mois d'août 1873 sera très-considérable. Dans la liste des édifices fulgurés figure déjà le palais du Parlement, qui a été frappé par la foudre au mois de juillet 1870, malgré le magnifique système de paratonnerres dont il a été pourvu. Mais, au lieu de diminuer la confiance que les paratonnerres inspirent, ce phénomène semble destiné à l'accroître; car il n'a été accompagné d'aucun accident quelconque, quoique la tempête eût une violence des plus considérables. Nous avons déjà reconnu que les églises de Londres ont reçu de nombreux coups de foudre qui, presque partout, ont produit des dégâts notables. Mais la plupart de ces monuments sont dépourvus de paratonnerres, ou ne possèdent que des partonnerres imparfaits. Il n'en est pas de même de l'église de Saint-Paul, qui ne paraît pas avoir souffert de dégâts appréciables depuis qu'elle a été pourvue d'un système complet de protection, exécuté en 1774 sous les yeux de Benjamin Franklin lui-même. Avant ces travaux, Saint-Paul avait reçu, à deux reprises différentes, deux coups de foudre très-dévastateurs. Parmi les églises récemment fulgurées, nous citerons : au nord-est, l'église de Limehouse; au nord-ouest, l'église de Highgald; au centre, les églises de Saint-Sauveur; près de London Bridge; de Saint-Clément, dans le Strand; de Saint-Martin, près de Charing Cross; de Cripplegate, près de la Poste centrale; au sud-ouest, l'église de Streatham, et celle de Brixton qui l'a été à trois reprises différentes. Plusieurs de ces églises, notamment cette dernière, l'ont été pendant ces derniers orages.

» La liste des églises de province qui se trouvent dans le même cas serait trop longue à donner, et ne peut être complète qu'à la suite d'une enquête des plus longues et des plus minutieuses. Je demanderai cependant à l'Académie la permission de citer deux exemples. Le premier phénomène s'est produit sur l'église de Kersall, dans les environs de Manchester, phénomène dont j'ai déjà eu l'occasion d'entretenir l'Académie, et qui s'explique par la présence de la canalisation du gaz dans le voisinage des conducteurs. Une réunion d'habitants de Manchester s'est occupée de ce cas, et a cru pouvoir en conclure que les paratonnerres faisaient plus de mal que de bien, tant la routine et la superstition ont d'empire!

» Le second phénomène s'est produit sur l'église de Taunton, dans le comté de Somerset. La tour sud-ouest avait été munie d'un paratonnerre qui paraissait en bon état. Cependant l'édifice a été frappé, du côté du sud-est, par un coup de foudre qui y a produit de grands ravages. Cette circonstance paraît tenir à ce que l'espace protégé par un paratonnerre semble être un cône dont le sommet coïncide avec la pointe du paratonnerre, et dont la base a un diamètre égal à quatre fois la hauteur. L'angle sud-est de l'église, se trouvant en dehors du cône de protection, a pu être frappé comme si l'édifice ne portait point de paratonnerre.

» Mon collègue le docteur Mann, secrétaire du Comité pour l'Angleterre, a publié, il y a quelques années, une instruction populaire où se trouvent relatés des cas analogues, observés par lui dans la colonie de Natal (cap de Bonne-Espérance). Une maison qui se trouvait entre deux autres munies de paratonnerres a été frappée par la foudre en 1859. Le fluide est tombé sur une cheminée qui n'était comprise ni dans l'un ni dans l'autre cône de protection.

» Un accident de la même nature est arrivé à la Jamaïque, où un colon avait eu l'idée de faire placer un paratonnerre sur un mât isolé de sa maison. Les parties de l'édifice qui ne se trouvaient point comprises dans le cône de protection ont été également dévastées par la foudre, qui y a occasionné de grands ravages. M. Glaisher m'a raconté que deux arbres très-voisins de l'Observatoire de Greenwich ont reçu l'un et l'autre un coup de foudre, presque au même instant, sans que le paratonnerre de l'Observatoire fût atteint. L'un et l'autre de ces végétaux étaient en dehors du cône de protection, comme les parties fulgurées de la maison du planteur de la Jamaïque. Les arbres voisins exercent une action si énergique, qu'elle est sensible même en temps calme, comme le prouve l'expérience suivante. M. Glaisher s'étant fait hisser, à l'aide d'une poulie, au sommet de son paratonnerre, a reconnu, avec un électromètre, que les signes d'électricité étaient beaucoup plus énergiques à 60 pieds du sol que près de la base, malgré les précautions énormes qu'il prend pour obtenir un isolement parfait.

» Enfin, pendant l'orage de mai 1868, où le palais du Parlement fut frappé, un coup de foudre atteignit une cheminée d'une maison particulière, située à Furze-Hill, près de Londres. La cheminée voisine était pourvue d'un bon paratonnerre, mais la tige n'était point assez longue pour que la cheminée fulgurée se trouvât comprise dans l'intérieur du cône de protection, et par conséquent la foudre avait pu exercer libre-

ment ses ravages comme si la maison n'avait point eu de paratonnerre.

» Ces faits montrent la nécessité d'adopter des précautions fort simples, sur lesquelles je demanderai à l'Académie la permission de revenir dans une autre Communication. »

M. **Laborde** adresse, de Nevers, un Mémoire relatif à la théorie des aurores boréales, des orages et des trombes.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **le Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie deux Mémoires, de M. *A. Reynal* et de M. *Babé*, concernant la navigation aérienne, ainsi qu'une Lettre de M. *Braconnier*, qui lui sont renvoyés par M. le Ministre de la Guerre.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Rouault de Couesquelon** adresse une Note relative à un système de batteries blindées.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives à l'art militaire.)

M. **Duclaux** et M. **Cornu** adressent chacun deux Notes relatives aux résultats qu'ils ont obtenus dans leurs études sur les ravages du *Phylloxera*.

Ces Notes devant être suivies d'autres documents, dont les auteurs annoncent le prochain envoi, la Commission attendra, pour en faire un examen d'ensemble, que les dernières informations lui soient parvenues.

M. **Laliman** adresse un article du journal *la Gironde*, relatif à la question du *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission.)

M. **le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres** informe l'Académie que M. *Egger* est nommé Membre de la Commission mixte qui sera chargée d'examiner les procédés employés dans l'enseignement des sourds-muets, en remplacement de feu M. *Jomard*.

Cette Commission se composera donc définitivement de MM. *Nisard* pour l'Académie Française, *Egger* pour l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, *Dumas* pour l'Académie des Sciences, *Franck* pour l'Académie des Sciences morales et politiques.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la suite de l'ouvrage de M. *Barrande*, intitulé « Système silurien du centre de la Bohême », et deux autres volumes du même auteur, concernant la distribution des Céphalopodes et les Trilobites.

M. le Secrétaire perpétuel signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage imprimé en anglais et portant pour titre « Les Serpents venimeux de la Péninsule indienne, par M. *J. Fayrer* ».

Cet ouvrage est renvoyé à l'examen de M. Dumas.

M. le Secrétaire perpétuel signale encore, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le travail de M. *Laussedat*, sur un cadran solaire observé en Phénicie;

2° Trois brochures de M. *Govi*, intitulées « Les Nouvelles Flammes sensibles et leur sensibilité acoustique », « Nouvelles expériences sur les miroirs magiques des Chinois », et « Corrections des coefficients dans la formule de calcul de la dilatation absolue du mercure »;

3° Une brochure de M. *G. Poncet* sur un « Système monétaire universel »;

4° Deux brochures adressées par M. *Cornalia*, et portant pour titres « Sur les fossiles des Pampas déposés au Musée civique de Milan », et « Rapport sur le Concours du prix de la fondation Brambilla, pour 1872 (maladie des vers à soie) ».

TOPOGRAPHIE. — *Sur les lignes de faîte et de thalweg*. Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Je ne me propose pas, en revenant sur ce sujet (*voir* une Note présentée le 22 juillet 1872), de prolonger une discussion que je regarde comme à peu près épuisée après l'article inséré aux *Comptes rendus* du 9 septembre 1872, p. 625 (1); dans cet article, M. C. Jordan me paraît en effet ad-

(1) Toutefois, M. C. Jordan, qui se refuse à admettre des vallées dénuées de col à leur point le plus haut, voudra bien me permettre de faire observer qu'une éminence isolée, au milieu d'une plaine, présente toujours un certain nombre de vallées rayonnant autour de

mettre la principale proposition que j'ai tâché d'établir, à savoir qu'on peut, sans s'occuper de ce qui se passe à l'extrémité supérieure d'une vallée, reconnaître sa ligne de thalweg en voyant les autres lignes de plus grande pente s'en approcher, de droite et de gauche, et s'y réunir *physiquement*, les unes un peu plus haut, les autres un peu plus bas, c'est-à-dire aux divers points de son parcours. Je désirerais seulement ajouter un mot à ce que j'ai dit du caractère qui permet de distinguer les lignes ordinaires de plus grande pente des faîtes et des thalwegs, et montrer qu'il n'y a pas de contradiction réelle dans la phrase de ma Note où M. C. Jordan a cru pouvoir en signaler une.

» Dans cette Note (du 22 juillet), diverses considérations, ayant pour but de dégager le sens précis qu'il convient d'attribuer aux mots *faîte* et *thalweg*, de manière à permettre d'introduire ces mots dans le langage scientifique tout en leur laissant leur signification usuelle et vraie, m'ont conduit à dire que l'on doit appeler ainsi les lignes qui servent d'*artères* ou de *veines* à celles de plus grande pente ordinaires, c'est-à-dire qui ont la propriété, s'il s'agit des faîtes, d'être telles que les lignes de plus grande pente ordinaires, après leur avoir été physiquement réunies sur un parcours plus ou moins long, s'en séparant successivement, les unes à droite, les autres à gauche; et, s'il s'agit des thalwegs, d'être telles que les lignes ordinaires de plus grande pente viennent, de droite et de gauche, les unes après les autres, s'y réunir physiquement en une seule. Au contraire, une ligne de plus grande pente ordinaire a toujours deux voisines, l'une à sa droite et l'autre à sa gauche, qui, tout en étant distinctes de la première aux points où celle-ci ne se confond pas elle-même avec son faîte ou son thalweg, lui restent néanmoins contiguës sur tout son parcours, et c'est tout ce que j'avais voulu exprimer en disant que *les lignes de plus grande pente ordinaires sont, sur tout leur parcours, contiguës à leurs voisines*. Ainsi entendue, et le contexte ne me paraissant pas permettre un autre sens, cette proposition n'est nullement en contradiction avec ma définition des faîtes et des thalwegs, qu'elle a pour but de compléter.

» J'admets pleinement le principe démontré par M. C. Jordan à la fin de son article, et d'après lequel *nulle ligne de plus grande pente ne jouit en*

---

son sommet, constituées par autant de crevasses plus ou moins profondes, et cela, sans aucun col, puisque la surface peut n'y avoir aucun autre plan tangent *horizontal* que celui du sommet. Or je ne suis pas sans doute le seul à avoir observé que la plupart des petites vallées commencent de même.

général, sur tout son parcours, de propriétés spéciales. En effet, ce n'est pas généralement sur toute sa longueur qu'une ligne de plus grande pente est faîte ou thalweg; c'est seulement aux endroits où elle en présente le caractère distinctif, qui est tout local, c'est-à-dire à ceux où elle sert de lieu de départ ou de réunion aux lignes voisines de plus grande pente; et il est clair, par exemple, qu'un changement de forme d'une partie du sol, tout en n'ayant aucune influence, en dehors de cette partie même, sur la position des faîtes ou des thalwegs, peut faire dévier une ligne de plus grande pente de sa direction primitive et l'empêcher de devenir, plus bas, faîte ou thalweg quand elle l'aurait été sans cela, ou *vice versâ*. Cette dernière proposition me paraît même de nature à faire abandonner l'idée de définir les faîtes ou les thalwegs par un caractère se rapportant à leur origine, puisqu'un changement de forme, produit seulement près de cette origine, suffirait pour déplacer complétement la ligne de plus grande pente à laquelle on aurait reconnu ce caractère, et aussi, par suite, pour déplacer tout le faîte ou tout le thalweg; ce qui est évidemment inadmissible. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'action du borax dans les phénomènes de fermentation.* Note de **M. Béchamp**. (Extrait.)

« L'auteur, après avoir rappelé que, dans son Mémoire sur la fermentation alcoolique, M. Dumas constate que la levûre mise en contact pendant quelques jours avec une dissolution de borax peut, après en avoir été séparée, exciter la fermentation alcoolique du sucre de canne, se demande si elle ne doit pas, sous certaines conditions, opérer l'interversion de ce sucre. C'est pour vérifier ce point de vue qu'il a institué des expériences avec l'eau de levûre ou la zymase, l'eau sucrée et la dissolution de borax dans les conditions suivantes :

» *Préparation de l'eau de levûre.* — Laisser infuser pendant seize heures 400 grammes de levûre lavée et égouttée dans 400 centimètres cubes d'eau, et filtrer.

» *Dissolution de borax.* — Elle était saturée à la température de 18 degrés.

» *Eau sucrée.* — Elle contenait $\frac{1}{6}$ de son poids de sucre pur, ne réduisant pas le réactif cupropotassique.

» *Dissolution de zymase.* — 250 grammes de l'eau de levûre employée ont été précipités par une quantité suffisante d'alcool. Le précipité recueilli, lavé à l'alcool plus faible, bien égoutté et essoré, a été délayé dans 80 cen-

timètres cubes d'eau : la liqueur filtrée contenait la zymase séparée de l'albumine; elle en contenait donc environ trois fois plus que l'eau de levûre.

Première série.

I. Eau sucrée, 5 centimètres cubes; eau de levûre, 10 centimètres cubes.
Après moins de 15 minutes, réduction énergique du réactif cupropotassique.

II. Eau sucrée, 5 centimètres cubes; eau de levûre, 10 centimètres cubes; eau distillée, 10 centimètres cubes.
Après 15 minutes, réduction moins intense que I.

III. Eau sucrée, 5 centimètres cubes; eau de levûre, 10 centimètres cubes; dissolution de borax, 10 centimètres cubes.
Après 24 heures, pas de réduction; après 36 heures, réduction évidente, qui augmente avec la durée.

IV. Eau sucrée, 5 centimètres cubes; eau de levûre, 10 centimètres cubes; eau distillée, 20 centimètres cubes.
Après 15 minutes, réduction insignifiante, qui augmente avec le temps.

V. Eau sucrée, 5 centimètres cubes; eau de levûre, 10 centimètres cubes; dissolution de borax, 20 centimètres cubes.
Après 24, 36, 48 heures, pas de réduction.

» Ces opérations ont été faites à la température ordinaire : 18-20 degrés.

Deuxième série.

I. Eau sucrée, 5 centimètres cubes; dissolution de zymase, 10 centimètres cubes; eau, 10 centimètres cubes.
Après moins de 10 minutes à la température ordinaire, résolution énergique.

II. Eau sucrée, 5 grammes; dissolution de zymase, 10 centimètres cubes; dissolution de borax, 10 centimètres cubes.
Après 2 heures, pas de réduction; après 16 heures, à la température ordinaire, réduction très-nette; après 12 nouvelles heures, dont 3 à l'étuve (35-40 degrés), énergique réduction.

III. Eau sucrée, 5 centimètres cubes; dissolution de zymase, 10 centimètres cubes; dissolution de borax, 10 centimètres cubes.
Après 5 heures de séjour à l'étuve, réduction manifeste, qui va en augmentant avec le temps.

IV. Sucre, 2 grammes; eau de levûre, 10 centimètres cubes; dissolution de borax, 20 centimètres cubes.
Après 3 heures à l'étuve, réduction à peine sensible; après 15 nouvelles heures, réduction énergique.

» J'ajoute que la présence de la créosote ou de l'acide phénique à dose coagulante (1 goutte pour 100 centimètres cubes), employés dans le but

d'empêcher l'influence des microzymas atmosphériques, ne retarde pas sensiblement l'interversion.

Troisième série.

» Voulant me rendre compte de la singulière manière d'être du borax, j'ai essayé l'influence de l'acide borique sur l'inversion du sucre de canne.

I. Eau sucrée, 7 centimètres cubes; dissolution saturée d'acide borique *pur*, 30 centimètres cubes.

Après 6 heures de séjour à l'étuve, pas de réduction; après 12 heures, insignifiante réduction. On peut même faire bouillir la liqueur sans qu'il y ait interversion.

II. Eau sucrée, 7 centimètres cubes; eau de levûre, 10 centimètres cubes; acide borique dissous, 10 centimètres cubes.

Après 3 heures à l'étuve, réduction énergique. L'inversion marche presque aussi vite à froid.

III. Eau sucrée, 7 centimètres cubes; dissolution de zymase, 10 centimètres cubes; dissolution d'acide borique, 10 centimètres cubes.

Après 3 heures, énergique réduction, même à froid.

» L'acide borique n'est donc pas la cause de l'influence du borax, qui lui est en quelque sorte personnelle. Je me suis assuré que le bicarbonate de soude retarde l'inversion, bien plus que celui de potasse. C'est donc de l'action du bicarbonate de soude que celle du borax se rapproche le plus. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la détermination des proportions des substances végétales dans les eaux potables ou insalubres.* Note de **M. E. Monier.**

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, il y a déjà quelques années (11 juin 1860), une Note sur la détermination des matières organiques dans une eau quelconque, potable ou insalubre. La méthode repose sur l'action du permanganate titré, à une température de 85 à 90 degrés. L'eau de la Dhuys, par exemple, peut être maintenue à une température encore plus élevée, sans décomposer plus de $\frac{1}{2}$ milligramme de permanganate par litre, ce qui prouve bien la stabilité de ce réactif à une température élevée, lorsque l'eau est pure. Un litre d'eau de Seine, dans les mêmes conditions, décompose de 4 à 7 milligrammes de permanganate, c'est-à-dire de 8 à 15 plus environ.

» Avant de donner les résultats de mes essais, je décrirai succinctement le procédé à suivre : je remplis une burette de permanganate de potasse au millième, 1 milligramme par centimètre cube; d'un autre côté, je verse dans un matras $\frac{1}{2}$ litre d'eau à essayer, je la porte à la température de 90 degrés

environ, et après l'avoir acidulée par $\frac{1}{2}$ centimètre cube d'acide sulfurique, j'y verse goutte à goutte la liqueur titrée, jusqu'à ce que la coloration devienne persistante; l'oxydation des matières organiques est très-lente vers la fin de l'opération, mais elle est généralement terminée au bout d'une heure. Deux ou trois dosages ne demandent guère plus de temps, car il suffira de chauffer les matières renfermant les échantillons sur un même bain de sable; les expériences étant faites ainsi dans les mêmes conditions, les plus légères différences de composition seront facilement perçues.

» Voici maintenant les résultats que j'ai obtenus dernièrement, en employant cette méthode :

			mg
1 litre d'eau de la Dhuys décompose			0,5
»	de Seine à Bercy		4,5
»	»	au Pont-Royal	5,7
»	»	à Courbevoie	5,0 à 5,6
»	»	dans le bras de Clichy, à 500 mètres du collecteur d'Asnières	11,0 à 18,0
»	»	à Saint-Ouen	7,6
»	»	à Saint-Germain	7,4
»	»	à Poissy	5,1 (1).

» Un long parcours ne suffit pas toujours pour que les matières organiques soient détruites ou absorbées; ainsi l'eau à Saint-Germain (2) a décomposé $7^{m},4$ de permanganate, c'est-à-dire presque le double de ce que décompose l'eau de la Seine prise à Bercy; l'eau redevient meilleure à Poissy, où elle ne décompose que 5 milligrammes, mais en cet endroit le cours de la Seine s'est considérablement augmenté par les eaux de l'Oise, qui sont évidemment moins chargées en matières putrescibles.

» En résumé, l'eau de la Dhuys peut être considérée comme d'une très-grande pureté, sous le rapport des matières végétales, et l'on pourrait, je crois, obtenir de l'eau de Seine s'en approchant, en la filtrant avec de l'alumine à l'état gélatineux; la magnésie calcinée retient à peu près complétement les matières organiques solubles, mais elle enlève en même temps tout le carbonate de chaux dissous à la faveur de l'acide carbonique; elle doit être employée en petites proportions, 1 décigramme par litre. »

(1) Toutes ces eaux, avant d'être essayées, ont été filtrées sur papier Berzélius; le réactif a donc été réduit par les matières organiques solubles.

(2) Saint-Germain se trouve à 30 kilomètres environ du collecteur d'Asnières.

ZOOLOGIE. — *De quelques caractères extérieurs qui différencient les sexes chez l'Écrevisse fluviatile; par* **M. E. Gouriet.**

« Outre les caractères bien connus, tirés de l'examen des organes génitaux et des appendices voisins chez l'Écrevisse fluviatile (*Astacus fluviatilis*), et indiqués par de Geer, il existe, pour distinguer les sexes de ce Crustacé, des caractères secondaires qui ne sont pas moins décisifs.

» *Les antennes sont plus longues chez les mâles que chez les femelles.* — En réduisant au nombre 100 la longueur moyenne de l'animal, nous avons obtenu 67,83 pour les antennes des mâles et 57,18 pour celles des femelles, c'est-à-dire que chez les premiers ces organes dépassent un peu les deux tiers de la longueur totale, et que dans l'autre sexe ils dépassent seulement la moitié du corps d'une certaine fraction.

» *Les grosses pinces sont à simple vue beaucoup plus volumineuses chez les mâles.* — Réduisant à 100 le poids de l'animal, nous avons trouvé 27,81 pour les membres antérieurs des mâles, et 12,92 seulement pour ceux des femelles; différence de plus du double en faveur des premiers.

» Ce qui frappe le plus, de prime abord, dans les différences sexuelles de l'Écrevisse, c'est le *développement beaucoup plus considérable de l'abdomen ou queue des femelles,* caractère analogue à celui qu'on a observé depuis longtemps pour les Décapodes brachyures.

» Chez dix mâles, les queues, séparées et pesées, ont donné un poids égal au septième du poids total; chez autant de femelles, la même opération donne un poids qui en dépasse le cinquième.

» Il est aussi à noter : 1° que chez le mâle *le niveau des bords latéraux de la carapace dépasse sensiblement le niveau des bords de la queue;* 2° que chez la femelle la longueur de la queue est à celle de la carapace comme 7 est à 6; chez le mâle, cette différence de longueur ne va pas au delà d'un quinzième.

» Enfin *les mâles atteignent une taille à laquelle ne parviennent pas les femelles.*

» Notons, en passant, que pour arriver à leur taille définitive ces animaux mettent au moins sept à huit ans. On parvient à cette conclusion facile en considérant des Écrevisses de taille différente qui font leur mue : le nombre de ces degrés transitoires n'est pas inférieur à sept ou huit. »

M. Brown adresse une Note relative aux relations entre l'électricité et les émanations méphitiques.

A 5 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 30 septembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX *et* J. HOÜEL; t. II, Table des matières et noms d'auteurs, année 1871; t. III, juillet à octobre 1872. Paris, Gauthier-Villars, 1872; 5 liv. in-8°.

Préfecture de la Seine. Direction des travaux de Paris. Service des promenades, plantations et éclairage. Vérification du gaz. Rapport de M. LE BLANC *sur le nouvel éclairage oxyhydrique*, 1872. Paris, typog. Ch. de Mourgues, 1872; in-4°.

Nouveau Traité de Chimie industrielle; par R. WAGNER. Édition française publiée, d'après la huitième édition allemande, par le Dr L. GAUTIER; t. I, fascicule 2. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Tableau de l'astronomie dans l'hémisphère austral et dans l'Inde; par Ed. MAILLY. Bruxelles, F. Hayez, 1872; in-8°.

Météorologie. Note sur des aurores boréales observées en 1871 *et* 1872 *à l'Observatoire de la Baumette (près Angers), par* M. Al. CHEUX. Angers, imp. BARASSÉ, sans date; br. in-8°.

De la nouvelle maladie de la vigne ou gras des racines; par M. Félix BOYER. Nîmes, imp. Lafare et Vve Attenoux, 1872; in-8°.

Considérations sur la silice; par le Dr Eug. ROBERT. Paris, typ. Walder, 1872; opuscule in-8°. (Extrait des *Mondes*, liv. du 25 juillet 1872.)

Notice sur le Musée d'histoire naturelle de Colmar, et aperçu historique sur le Musée des Unterlinden en général; par M. le Dr FAUDEL. Colmar, imp. Decker, 1872; in-8°.

Results of astronomical and meteorological observations made at the Radcliffe Observatory, Oxford, in the year 1869, *under the superintendence of the* rev. Robert MAIN, M. A., Radcliffe observer, vol. XXIX. Oxford, James Parker and Co, 1872; in-8°, relié.

Transactions of the zoological Society of London; vol. VIII, part 1. London, printed for the Society, 1872; in-4°.

Nuevos estudios sobre la fiebre amarilla; por el doctor Juan COPELLO. Lima, 1870, en la imprenta de el Nacional; in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1872.

Annales de Chimie et de Physique; septembre 1872; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; août et septembre 1872; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 8e livraison, 1872; in-8°.

Annales du Génie civil; septembre 1872; in-8°.

Annales industrielles; nos 10 à 13, 1872; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 1, 8, 15, 22, 29 septembre 1872; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 177, 1872; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; nos 7 et 8, 1872; in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 9, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; mai, juin 1872; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; nos 8, 9, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 4, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; mai, juin 1872; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 septembre 1872; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; nos 64 à 66, 1872; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 8, 1872; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 8, 1872; in-4°.

British medical journal, n° du 12 septembre 1872; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 10 à 14, 2e semestre 1872; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 31 à 34, 1872; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 103 à 110, 1872; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 36 à 39, 1872; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* juillet 1872; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; avril, mai 1872; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 36 à 39, 1872; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 178 à 181, 1872; in-8°.

Journal de l'Eclairage au Gaz; nos 17, 18, 1872; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; septembre 1872; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; septembre 1872; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 17 et 18, 1872; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 21 à 24, 1872; in-fol.

Journal de Physique théorique et appliquée; n° 9, 1872; in-8°.

La Revue scientifique; nos 10 à 13, 1872; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 37 à 40, 1872; in-4°.

L'Aéronaute; septembre 1872; in-8°.

L'Art dentaire; septembre 1872; in-8°.

L'Imprimerie; juillet, août 1872; in-4°.

Le Gaz; n° 3, 16e année, 1872; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 17, 18 1872; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; septembre 1872; gr. in-8°.

Les Mondes; nos 1 à 4, t. XIX, 1872; in-8°.

Le Messager agricole; n° du 10 septembre 1872; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; n° 7, juillet 1872; in-4°.

Magasin pittoresque; septembre 1872; in-4°.

Marseille médical; n° 9, 1872; in-8°.

Nature; t. VI, n° 152, 1872; in-4°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 15 à 22, 1872; in-12.

Proceedings of the London mathematical Society; nos 47, 1872; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; août 1872; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; septembre 1872; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 18, 19, 1872; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 41, 42, 1872; in-8°.

Revue maritime et coloniale; septembre 1872; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; septembre 1872; in-8°.

Société Entomologique de Belgique; n° 76, 1872; in-8°.

The Food Journal; n° 32, 1872; in-8°.

The Mechanic's Magazine; nos des 7, 14, 21, 28 septembre 1872; in-4°

The Journal of the Franklin Institute; septembre 1872; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 30 septembre 1872.)

Page 772, ligne 7 en remontant, *au lieu de* M. Louvet, *lisez* M. Loaver.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Sept. 1872.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres anciens (1). Salle méridienne. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres nouveaux. Montsouris. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Température moyenne de l'air à 29 mètres.	Température moyenne du sol à $0^m,02$.	à $0^m,10$.	à $0^m,30$.	à $1^m,00$.	Thermomètre noir dans le vide (T — t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
1	756,6	11°,0	21°,0	16°,0	9°,7	22°,4	16°,0	° »	18°,05	17°,78	18°,54	18°,13	8°,1	9,01	65,5	»	13,0
2	753,1	11,6	25,7	18,6	10,8	27,4	19,1	»	19,92	18,78	18,83	18,09	8,2	9,91	55,0	»	4,0
3	749,2	»	27,9	»	16,3	30,6	23,4	»	21,17	20,05	19,64	18,10	4,7	11,96	56,7	»	6,5
4	750,9	»	26,4	»	18,0	25,2	21,6	»	19,49	19,60	19,76	18,17	1,9	12,06	68,5	»	11,0
5	753,8	»	25,9	»	15,9	26,6	21,2	»	20,29	19,73	19,68	18,27	5,7	12,69	75,0	»	17,0
6	754,2	»	24,8	»	16,7	25,1	20,9	»	19,97	19,80	19,88	18,31	3,3	12,34	78,2	»	17,5
7	754,6	13,0	23,8	18,4	13,6	24,9	19,2	»	19,38	19,50	19,81	18,39	6,3	10,98	72,0	»	12,5
8	755,8	12,5	22,5	17,5	10,7	23,8	17,2	»	19,66	19,13	19,59	18,41	7,0	8,88	55,5	»	6,0
9	754,7	13,0	22,6	17,8	12,6	24,3	18,4	»	19,95	19,23	19,56	18,41	5,4	9,37	56,5	»	3,0
10	756,5	13,0	21,8	17,4	14,1	22,9	18,5	»	18,97	19,03	19,58	18,41	5,6	9,09	65,8	»	8,5
11	760,2	12,6	23,1	17,8	11,7	24,7	18,2	»	20,16	19,30	19,44	18,41	4,5	10,91	65,0	»	3,5
12	762,6	12,9	25,9	19,4	13,2	28,6	20,9	»	21,88	20,35	20,08	18,45	8,0	13,01	69,5	»	7,5
13	763,8	»	25,7	»	15,6	27,3	21,4	»	21,25	20,70	20,55	18,51	6,3	11,09	61,3	»	2,0
14	760,6	12,5	23,8	18,1	12,4	23,5	17,9	»	20,12	20,02	20,38	18,60	3,1	11,93	82,5	»	4,0
15	758,0	12,9	22,1	17,5	14,4	21,5	17,9	»	19,62	19,78	20,09	18,67	2,3	13,18	86,0	»	6,5
16	755,8	»	21,2	»	15,9	22,8	19,3	»	18,84	19,43	19,88	18,69	2,8	11,48	80,2	»	5,0
17	754,6	12,7	19,6	16,1	10,8	20,5	15,6	»	17,60	18,30	19,31	18,63	7,1	8,44	69,5	»	7,0
18	749,9	10,9	22,0	16,4	9,2	23,7	16,4	»	18,96	18,30	18,90	18,56	7,6	9,14	60,2	»	4,5
19	748,8	11,2	20,0	15,6	11,6	20,1	15,8	»	16,55	17,65	18,81	18,44	6,0	8,22	70,0	»	20,0
20	749,2	8,4	19,1	13,7	7,7	16,7	12,2	»	13,76	15,73	17,72	18,27	4,3	6,65	69,3	»	18,0
21	751,9	5,5	17,7	11,6	4,5	15,8	10,1	»	12,40	13,95	16,31	18,06	5,8	6,46	71,5	»	9,5
22	753,8	5,1	16,7	10,9	3,7	14,9	9,3	»	11,28	13,07	15,36	17,69	6,5	5,84	70,0	»	13,0
23	754,5	3,8	15,5	9,6	1,9	16,2	9,0	»	11,34	12,53	14,63	17,30	6,8	5,90	67,2	»	15,5
24	746,1	4,7	16,2	10,4	4,7	16,9	10,8	»	12,15	12,85	14,33	16,90	2,9	7,82	77,5	»	17,5
25	750,0	5,2	15,0	10,1	6,0	15,1	10,5	»	10,93	12,10	13,99	16,58	7,3	6,33	69,8	»	11,0
26	757,1	5,8	14,2	10,0	6,0	16,0	11,0	»	10,74	11,65	13,46	16,24	5,5	5,94	66,7	»	17,0
27	760,7	6,3	16,3	11,3	6,7	17,6	12,1	»	12,89	12,50	13,51	15,93	6,2	7,12	60,5	»	13,0
28	754,0	»	18,6	»	11,4	19,5	15,4	»	14,89	14,20	14,27	15,73	2,4	9,98	72,0	»	16,0
29	752,9	»	17,4	»	12,1	16,2	14,1	»	14,35	14,62	14,95	15,62	0,6	10,15	90,0	»	20,0
30	755,2	»	17,3	»	9,3	18,9	14,1	»	13,36	14,10	14,83	15,62	7,2	8,49	80,2	»	16,0
Moy.	754,6	»	21,0	»	10,9	21,7	16,3	»	17,01	17,13	17,85	17,79	6,1	9,48	69,6	»	10,5

(1) Observatoire de Paris. — Toutes les autres observations ont été faites à Montsouris.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Sept. 1872.

Dates.	Magnétisme terrestre(1). Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. Terrasse(2).	Montsouris.	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° '	° '		mm	mm					
1	A+36,6	B+44,0	»	»	»	4,1	SO faible.	O	0,3	Brume.
2	38,4	47,3	»	»	»	5,2	SSE faible.	S	0,2	Id.
3	33,5	46,1	»	»	0,5	5,5	SE faible.	SSE	0,8	Pluvieux.
4	33,5	48,3	»	0,9	0,6	6,0	S modéré.	SE	1,0	Id. Lueur aurorale à 9^h s.
5	39,5	48,0	»	0,7	0,2	5,1	S modéré.	SSO	0,7	Lueur aurorale de 9^h à 11^h s.
6	40,8	45,7	»	0,2	0,1	3,0	S faible.	SSO	0,9	Pluvieux le matin.
7	37,5	44,4	»	»	»	3,7	O faible.	O	0,6	Brume. Lueur aurorale au N vers 9 h. s.
8	37,2	44,1	»	»	»	4,7	NO faible.	O	0,4	Rosée.
9	35,4	44,3	»	»	»	4,4	SSO modéré.	SSO	0,6	Brume.
10	38,2	44,7	»	»	»	4,1	O faible.	OSO	0,6	Id.
11	36,8	46,7	»	»	»	4,3	OSO faible.	O	0,6	Lueur aurorale de 8 h. 15 à 9 h. 45 s.
12	40,7	44,3	»	»	»	4,4	N faible.	ONO	0,7	Brume, rosée.
13	36,0	44,4	»	»	»	5,1	NNE faible.	NO	0,2	Id.
14	36,0	45,3	»	»	»	2,8	NO faible.	O	0,2	Brouillard. Halo à minuit 30^m.
15	37,9	43,7	»	»	0,2	1,9	O faible.	O	0,8	Brume le soir.
16	39,7	44,8	»	0,3	0,7	2,6	ONO faible.	SO	0,9	Brume.
17	37,7	44,2	»	»	»	3,5	ONO faible.	SO	0,8	Id.
18	35,9	46,7	»	»	»	5,0	OSO modéré.	SO	0,4	Id.
19	37,5	45,7	»	1,9	1,9	3,5	O modéré.	SO	0,5	Pluvieux.
20	36,4	44,9	»	0,7	3,1	2,6	O faible.	ONO	0,7	Id. Arc-en-ciel à 1^h s.
21	36,1	45,2	»	2,7	1,5	4,4	OSO modéré.	SO	0,7	Lueur aurorale de 8 h. 10 à 9 h. 30 s.
22	35,4	45,9	»	1,8	»	2,9	O modéré.	ONO	0,7	Rosée.
23	39,7	45,7	»	»	»	3,1	SSO modéré.	SO	0,3	Gelée blanche.
24	37,4	45,9	»	»	6,8	3,3	SSO fort.	SSO	0,4	Faible lueur aurorale de 8 h. 20 à 9. h s. Éclairs à 9 h. s.
25	37,4	48,4	»	8,1	0,0	3,6	OSO modéré.	OSO	0,9	Brume.
26	39,4	48,2	»	0,1	»	4,2	O assez fort.	SO	0,4	Beau le soir.
27	37,4	44,5	»	»	»	5,7	SO assez fort.	SO	0,5	Lueur aurorale au N de 8 h. 15 à 9 h. s.
28	37,4	43,4	»	»	»	4,8	SO très-fort.	SO	0,8	Lueur aurorale au N de 7 h. 15 s. à 1 h. m.
29	38,6	47,0	»	3,3	15,0	1,0	O modéré.	OSO	0,8	Lueur aurorale au NE de 7 h. 45 s. à minuit 30.
30	38,8	48,3	»	16,4	»	1,9	O très-faible.	OSO	1,0	Rosée.
Moy.	A+37,4	B+45,7	»	37,1	30,6	116,4			0,61	

(1) La position du zéro des instruments n'a pas encore été déterminée à l'aide des boussoles de déclinaison et d'inclinaison absolues.
(2) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire de Paris.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Cetnral. — Septembre 1872.

Résumé des observations régulières.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	754,61	754,95	754,63	754,05	753,94	754,47	754,50	754,64 (1)
Pression de l'air sec	745,22	745,47	745,61	745,22	744,50	744,74	744,80	745,16 (1)
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (fixe)	12,83	16,14	19,40	19,94	17,69	15,19	13,45	16,04 (1)
» (fronde)	12,89	16,29	19,54	20,09	17,75	15,14	13,38	16,08 (1)
Thermomètre à alcool incolore	12,73	15,98	19,31	19,97	17,64	15,15	13,41	15,96 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	18,37	31,79	37,26	32,50	17,94	»	»	29,87 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T	17,37	29,82	35,51	31,02	17,82	»	»	28,55 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, *t*.	14,76	22,91	27,21	25,34	17,49	»	»	23,24 (2)
Excès (T' — *t*)	3,61	8,88	10,05	7,16	0,45	»	»	6,63 (2)
Excès (T — *t*)	2,61	6,91	8,30	5,68	0,33	»	»	5,31 (2)
Température du sol à 0m,02 de profondr	14,40	16,47	19,91	20,65	18,22	16,34	15,31	17,01 (1)
» 0m,10 »	18,33	16,41	17,28	18,01	18,10	17,66	18,16	17,13 (1)
» 0m,20 »	17,12	17,00	17,16	17,53	17,86	17,80	17,64	17,40 (1)
» 0m,30 »	17,83	17,72	17,63	17,71	19,97	18,03	18,03	17,85 (1)
» 1m,00 »	17,79	17,80	17,82	17,83	17,79	17,77	17,75	17,79 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	9,39	9,48	9,02	8,83	9,94	9,73	9,70	9,48 (1)
État hygrométrique en centièmes.	83,1	68,6	53,4	50,5	61,6	74,1	82,3	69,6 (1)
Pluie en millimètres (jardin)	4,2	0,6	4,7	7,0	4,6	8,5	1,0	t. 30,6
Évaporation moy. diurne en millim.	0,39	0,22	0,74	1,02	0,83	0,41	0,27	t. 3,88
Inclinaison magnétique (3) B +	45',87	45',66	44',25	43',97	43',98	44',79	45',97	45',17 (1)
Déclinaison magnétique (3) A +	37,15	37,43	27,29	29,00	31,14	34,89	36,29	33,97 (1)

	o
Température moyenne des maxima et minima (salle méridienne de l'Observatoire de Paris).	»
» » (Montsouris)	16,3
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	»
Pluie en millimètres (terrasse de l'Observatoire de Paris)	37,1
» (Montsouris, jardin)	30,6
Évaporation totale du mois en millimètres	116,4

Errata *aux observations du mois d'août* 1872.

Page 598, température du sol à 0m,10. Le 3 : 19°,08, *au lieu de* 21°,57.
» » Le 8 : 17°,78, *au lieu de* 18°,78.
» » Moyenne du mois : 18°,93, *au lieu de* 19°,01.
Page 600, » Moyenne de 9h du matin : 18°,18, *au lieu de* 18°,50.
» » Moyenne du mois : 18°,93, *au lieu de* 19°,01.

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.
(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.
(3) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 OCTOBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTROLOGIE. — « **M. Tresca** fait connaître à l'Académie que la Commission internationale du Mètre, dont il a l'honneur d'être l'un des Secrétaires, et dont un assez grand nombre de nos confrères font partie, a terminé ses délibérations.

» Sous les auspices de notre vénérable confrère M. Mathieu, président de la Commission, et de M. Otto Struve, qui a plus particulièrement dirigé les discussions, il donne lecture à l'Académie du relevé méthodique qu'il a fait, pour elle, de toutes les résolutions.

Relevé méthodique des résolutions de la Commission internationale du Mètre, réunie a Paris en 1872.

» *En ce qui concerne le mètre :*

» I. Pour l'exécution du mètre international, on prend comme point de départ le mètre des Archives dans l'état où il se trouve. (Décision directe.)

» II. La Commission déclare que, vu l'état actuel de la règle en platine des Archives, il lui paraît que le mètre à traits peut en être déduit avec sécurité. Toutefois, cet avis de la Commission a besoin d'être confirmé par les différents procédés de comparaison qui pourront être employés dans cette recherche. (Commission I.)

» III. L'équation du mètre international sera déduite de la longueur actuelle du mètre des Archives, déterminée d'après toutes les comparaisons qui auront été faites à l'aide des

procédés que la Commission internationale du mètre sera en état d'employer. (Commission I.)

» IV. Tout en décidant que le nouveau mètre international doit être un mètre à traits, dont tous les pays recevront des copies identiques, construites en même temps que le prototype à traits, la Commission devra construire ensuite un certain nombre d'étalons à bouts pour les pays qui en auront exprimé le désir, et les équations de ces mètres à bouts, par rapport au nouveau prototype à traits, seront également déterminées par les soins de la Commission internationale. (Décision directe.)

» V. Le mètre international aura la longueur du mètre à zéro centigrade. (Commission V.)

» VI. On emploiera, pour la fabrication des mètres, un alliage composé de 90 de platine et 10 d'iridium, avec une tolérance de 2 pour 100 en plus ou en moins. (Commission II.)

» VII. On fabriquera avec le lingot provenant d'une coulée unique, à l'aide des procédés usités dans le travail des métaux connus, des règles dont le nombre et la forme seront déterminés par la Commission internationale. (Commission II.)

» VIII. Ces règles seront recuites pendant plusieurs jours à la température la plus élevée, pour n'avoir plus à leur faire subir que les plus faibles actions mécaniques avant de les porter sur les instruments comparateurs. (Commission II.)

» IX. Les barres de platine iridié sur lesquelles on doit tracer les mètres à traits auront une longueur de 102 centimètres, et leur section transversale sera représentée par le modèle décrit dans une Note de M. Tresca. (Commission II.)

» X. Les barres destinées à la construction des mètres à bouts auront une section transversale analogue, mais symétrique dans le sens vertical, conformément à la figure spéciale qui la représente; les bouts seront alors travaillés suivant une surface sphérique de 1 mètre de rayon. (Commission III.)

» XI. Pendant toutes les opérations que l'on devra faire avec les mètres étalons, ils seront portés par les deux rouleaux indiqués par M. le général baron de Wrede; mais, pour leur conservation, ils seront placés dans des étuis convenablement appropriés. (Commission III.)

» XII. Chacun des mètres internationaux devra être accompagné de deux thermomètres à mercure, isolés, soigneusement comparés au thermomètre à air; il est jugé nécessaire que ces thermomètres soient vérifiés de temps à autre au moyen du thermomètre à air. (Commission IV.)

» XIII. La méthode de M. Fizeau sera employée pour déterminer la dilatation du platine iridié qui servira à la construction des mètres. (Commission IV.)

» XIV. Les prototypes seront soumis aux meilleurs procédés à l'aide desquels on pourra déterminer les coefficients de la dilatation absolue des mètres entiers. Ces mesures seront faites séparément, au moins à cinq températures différentes, comprises entre zéro et 40 degrés centigrades. (Commission IV.)

» XV. La comparaison relative des prototypes devra être exécutée au moins à trois températures comprises entre ces mêmes limites. (Commission IV.)

» XVI. La Commission décide que deux appareils seront construits, l'un à déplacement

longitudinal pour le tracé des mètres, l'autre à déplacement transversal pour leur comparaison. (Commission VI.)

» XVII. Les comparaisons seront faites en immergeant les nouveaux étalons dans un liquide et dans l'air, mais en réservant de ne plonger l'étalon des Archives dans aucun liquide avant la fin des opérations. (Commission VI.)

» XVIII. Le tracé des mètres à traits et leur première comparaison avec le mètre des Archives seront d'abord effectués par le procédé de M. Fizeau. (Commission VI.)

» XIX. Pour la détermination des équations des divers étalons, en emploiera en outre tous les moyens de comparaison déjà connus et éprouvés, c'est-à-dire, suivant les cas, soit des touches de différentes formes, soit la méthode de MM. Airy et Struve, soit celle de MM. Stamkart et Steinheil. (Commission VI.)

» XX. Les équations entre le mètre des Archives et le nouveau mètre international à traits, ainsi que les équations entre les autres étalons à traits et le mètre international, seront déterminées par la discussion des résultats de toutes ces observations. (Commission VI.)

» XXI. Les opérations seront faites, à l'inverse, en partant du mètre international pour la construction des étalons à bouts qui seraient demandés par les différents États. (Commission VI.)

» *En ce qui concerne le kilogramme :*

» XXII. Considérant que la relation simple établie par les auteurs du système métrique entre l'unité de poids et l'unité de volume est représentée par le kilogramme actuel d'une manière suffisamment exacte pour les usages ordinaires de l'industrie et même de la science;

» Considérant que les sciences exactes n'ont pas le même besoin d'une relation numériquement simple, mais seulement d'une détermination aussi parfaite que possible de cette relation;

» Considérant enfin les difficultés que ferait naître un changement de l'unité actuelle de poids métrique;

» Il est décidé que le kilogramme international sera déduit du kilogramme des Archives dans son état actuel. (Décision directe.)

» XXIII. Le kilogramme international doit être rapporté à la pesée dans le vide. (Commission V.)

» XXIV. La matière du kilogramme international sera la même que celle du mètre international, c'est-à-dire le platine iridié, contenant 10 pour 100 d'iridium avec 2 pour 100 de tolérance en plus ou en moins. (Commission IX.)

» XXV. La matière du kilogramme sera fondue et coulée en un seul cylindre qui sera ensuite soumis à des chauffes et à des opérations mécaniques, capables de donner à sa masse toute l'homogénéité nécessaire. (Commission IX.)

» XXVI. La forme du kilogramme international sera la même que celle du kilogramme des Archives, c'est-à-dire un cylindre dont la hauteur égale le diamètre et dont les arêtes soient légèrement arrondies. (Commission IX.)

» XXVII. La détermination du poids du décimètre cube d'eau doit être faite par les soins de la Commission internationale. (Commission VIII.)

» XXVIII. Les balances qui devront servir aux pesées sont, non-seulement celles qui pourraient être mises dès à présent à la disposition du Comité d'exécution par les institutions et les savants qui les possèdent, mais encore une nouvelle balance construite suivant les conditions de la plus grande précision. (Commission X.)

» XXIX. Les volumes de tous les kilogrammes seront déterminés par la méthode hydrostatique, mais le kilogramme des Archives ne sera placé ni dans l'eau ni dans le vide avant la fin des opérations. (Commission X.)

» XXX. Pour déterminer le poids des nouveaux kilogrammes, par rapport à celui des Archives, dans le vide, on se servira de deux kilogrammes auxiliaires, autant que possible de même poids et de même volume que celui des Archives, suivant la méthode indiquée par M. Stas.

» Chacun des nouveaux kilogrammes devra aussi être comparé dans l'air avec le kilogramme des Archives. (Commission X.)

» XXXI. Le kilogramme international étant construit, tous les autres lui seront comparés, dans l'air et dans le vide, pour la détermination de leurs équations. (Commission X.)

» XXXII. On emploiera dans ce but la méthode de l'alternance et celle de la substitution, avec contre-poids de même matière. (Commission X.)

» XXXIII. Les corrections relatives aux pertes de poids dans l'air seront effectuées avec les données les plus précises et les mieux discutées de la science. (Commission X.)

» *En ce qui concerne l'exécution :*

» XXXIV. La confection des nouveaux prototypes du mètre et du kilogramme, le tracé des mètres, la comparaison des nouveaux prototypes avec ceux des Archives, ainsi que la construction des appareils auxiliaires nécessaires à ces opérations, sont confiés aux soins de la section française, avec le concours du Comité permanent, prévu dans l'article suivant. (Commission VII.)

» XXXV. La Commission choisit dans son sein un Comité permanent, qui doit fonctionner jusqu'à la prochaine réunion de la Commission, avec l'organisation et les attributions suivantes :

» *a*) Le Comité permanent sera composé de douze membres appartenant tous à des pays différents; pour délibérer valablement, il faut au moins la présence de cinq de ses membres. Il choisit lui-même son président et son secrétaire; il s'assemblera toutes les fois qu'il le jugera nécessaire, et au moins une fois par an.

» *b*) Le Comité dirige et surveille l'exécution des décisions de la Commission internationale, au sujet de la comparaison des nouveaux prototypes métriques entre eux, ainsi que la construction des comparateurs, balances et autres appareils auxiliaires servant à ces comparaisons.

» *c*) Le Comité permanent fera les travaux indiqués dans le paragraphe *b*) précédent avec tous les moyens appropriés qui seront à sa disposition; il aura recours pour ces travaux au bureau international des poids et mesures, dont la fondation sera recommandée aux États intéressés.

» *d*) Lorsque les nouveaux prototypes seront construits et comparés, le Comité permanent rendra compte de tous les travaux à la Commission internationale, qui sanctionnera les prototypes avant de les distribuer aux différents pays.

» XXXVI. La Commission internationale signale aux gouvernements intéressés la grande utilité qu'il y aurait à fonder à Paris un bureau international des poids et mesures sur les bases suivantes :

» 1° L'établissement sera international et déclaré neutre;

» 2° Son siége sera à Paris;

» 3° Il sera fondé et entretenu aux frais communs de tous les pays qui adhéreront au traité à intervenir entre les États intéressés pour la création du bureau;

» 4° L'établissement dépendra de la Commission internationale du Mètre et sera placé sous la surveillance du Comité permanent, qui désignera le directeur;

» 5° Le bureau international aura les attributions suivantes :

» *a*) Il sera à la disposition du Comité permanent pour les comparaisons qui serviront de base à la vérification des nouveaux prototypes, dont le Comité est chargé;

» *b*) La conservation des prototypes internationaux, suivant les prescriptions données par la Commission internationale;

» *c*) Les comparaisons périodiques des prototypes internationaux avec les étalons nationaux et avec les témoins, ainsi que celle des thermomètres étalons, suivant les règles établies par la Commission;

» *d*) La confection et la vérification des étalons que d'autres pays pourront demander à l'avenir;

» *e*) La comparaison des nouveaux prototypes métriques avec les autres étalons fondamentaux, employés dans les différents pays et dans les sciences;

» *f*) La comparaison des étalons et échelles de précision qui pourront être envoyés à sa vérification, soit par des gouvernements, soit par des sociétés savantes ou même par des artistes et des savants;

» *g*) Le bureau exécutera tous les travaux que la Commission ou son Comité permanent lui demandera dans l'intérêt de la métrologie et de la propagation du système métrique. (Commission VII.)

» XXXVII. Le bureau de la Commission internationale est chargé de s'adresser au Gouvernement français, pour qu'il veuille bien communiquer, par voie diplomatique, les vœux de la Commission concernant la fondation d'un bureau international des poids et mesures, aux gouvernements de tous les pays représentés dans la Commission, et pour qu'il invite ces gouvernements à conclure un traité pour créer d'un commun accord et le plus tôt possible un bureau international des poids et mesures sur les bases proposées par la Commission. (Commission VII.)

» *En ce qui concerne les moyens de conservation des étalons et la garantie de leur invariabilité :*

» XXXVIII. La Commission est d'avis que l'étalon international devra être accompagné de quatre règles identiques, maintenues comme lui à température aussi peu variable que possible; une autre règle identique devra être conservée, à titre d'expérience, à température

invariable et dans le vide; il y aura lieu d'établir des témoins en quartz et en béryl, comparables en tous temps à la règle entière, en totalité ou par fractions. (*Les autres moyens sont réservés.*) (Commission XI.)

» XXXIX. La Commission émet le vœu que, dans l'intérêt de la science géodésique, le Gouvernement français fasse mesurer à nouveau, en temps opportun, une des nouvelles bases françaises. (Décision directe.)

» En terminant cette lecture, M. Tresca se félicite d'avoir pu donner à l'Académie, avant qu'aucune autre Communication en ait été faite, connaissance de ce document, en présence de quelques-uns de ses éminents collègues de la Commission, qui assistent encore à cette séance.

» Toutes les résolutions ont été prises d'un commun accord, dans l'esprit d'une parfaite confraternité; tous les votes ont été presque unanimes. En donnant à ce document la publicité de ses *Comptes rendus*, l'Académie sera heureuse de s'associer en quelque sorte à une œuvre qui, ainsi qu'elle a pu en juger, a un caractère essentiellement scientifique, dont nous sommes surtout redevables au concours de savants venus de tous les points de l'Europe et à la collaboration empressée des représentants de presque toutes les nations des deux Amériques. »

ASTRONOMIE. — *Sur la constante de l'aberration et la vitesse de la lumière, considérées dans leurs rapports avec le mouvement absolu de translation du système solaire;* Note de **M. Yvon Villarceau**.

« Dans la séance du 22 juillet dernier, M. Le Verrier a fait à l'Académie une importante Communication sur les masses des planètes, et a cru devoir appeler toute l'attention des astronomes sur la détermination directe de certaines constantes fondamentales, entre autres la constante de l'aberration et la vitesse de la lumière. Il réclamait également des renseignements sur la précision avec laquelle a été mesurée la constante de l'aberration à l'Observatoire de Poulkova. L'éminent directeur de cet établissement s'est empressé de répondre à l'appel que lui adressait M. Le Verrier, et l'Académie a entendu, avec une vive satisfaction, M. Otto Struve confirmer l'exactitude des résultats obtenus par son illustre père. Cette confirmation est la conséquence d'une révision de certaines parties du travail, faites postérieurement à la publication de la constante universellement adoptée.

» Je ne pense pas qu'il soit venu à l'esprit des astronomes qui savent avec quels soins, avec quelle habileté s'exécutent les observations à l'Observatoire de Poulkova, d'émettre le moindre doute sur le degré de précision que W. Struve attribue aux résultats de son travail. En présence de l'accord

des nombres fournis par sept étoiles de déclinaisons, peu différentes il est vrai, mais occupant, sur leur parallèle commun, des positions très-variées, les astronomes se sont tacitement accordés à considérer la constante de l'aberration comme étant la même pour toutes les étoiles. Cependant W. Struve était loin d'être aussi affirmatif; car il formule, dans les termes suivants, la seconde des conclusions auxquelles il arrive : « 2° Qu'il faut supposer, *dans* » *les sept étoiles,* la même constante de l'aberration, c'est-à-dire la même vi- » tesse de la lumière. » La généralisation du résultat, ou son extension à toutes les étoiles, a pu paraître fort légitime aux astronomes, et l'on doit reconnaître en effet que, les observations astronomiques, réduites au moyen de la nouvelle constante, ne semblent déceler en rien son insuffisance. On conçoit cependant que si la constante de l'aberration est réellement variable avec les étoiles, mais que ses variations, d'une étoile à l'autre, soient de l'ordre de grandeur des écarts existant entre les résultats partiels de W. Struve, la réalité de telles variations ne pourra être mise en évidence qu'au moyen d'observations instituées spécialement pour cet objet, observations dont la précision ne devra pas être inférieure à celle obtenue par ce grand astronome.

» On objectera sans doute que, si les différences des constantes ne doivent s'élever en moyenne qu'à 3 ou 4 centièmes et ne pas dépasser 1 dixième de seconde, il est inutile de soulever de pareilles questions. Il faut remarquer, d'une part, que les erreurs commises dans l'évaluation de la constante de l'aberration produisent, sur la parallaxe solaire, des erreurs qui atteignent presque la moitié des premières, et qu'il s'agit de déterminer cette parallaxe à 1 ou 2 centièmes de seconde près; d'autre part, que rien ne prouve que les valeurs des constantes de l'aberration, que fourniraient des étoiles appartenant à d'autres régions du ciel que celles qui culminent au zénith de Poulkova, ne présenteraient pas, avec la constante de Struve, des différences supérieures à 1 dixième de seconde : on ne pourrait arriver, sans recourir à un mode spécial d'investigation, à découvrir, au moyen des observations méridiennes ordinaires, la nécessité d'une correction de $0'',2$, par exemple, à la constante de Struve. Enfin il faut répondre à cette question : existe-t-il donc des motifs de supposer que la constante de l'aberration ne soit pas la même pour toutes les étoiles? Ces motifs existent et sont fournis par une théorie de l'aberration, plus générale que celle adoptée par les astronomes : les déductions de cette théorie ont été présentées au Bureau des Longitudes, il y a une quinzaine d'années; nous allons les reproduire ici en les accompagnant de quelques éclaircissements.

» Dans la théorie ordinaire de l'aberration, la déviation apparente de la direction d'un corps céleste s'obtient en composant la vitesse de la lumière avec celle du lieu de l'observation, prise en sens contraire; et l'on prend, pour cette dernière, la vitesse résultant du mouvement de translation de la Terre autour du Soleil et de son mouvement de rotation. Or il est clair que cette vitesse ne peut être substituée à la vitesse réelle qu'autant que le mouvement de translation du Soleil est négligeable par rapport à la vitesse de la lumière. Au premier abord, la question paraît facile à décider ; en effet, nous savons, grâce aux beaux travaux de MM. Argelander, Otto Struve et Peters, que le système solaire est entraîné vers la constellation d'Hercule, avec une vitesse annuelle de 1,6 rayons de l'orbite terrestre, vitesse négligeable par rapport à celle de la lumière. Il semble donc que le mode ordinaire d'évaluer les effets de l'aberration soit à l'abri de toute critique. Une telle conclusion ne serait cependant pas fondée, attendu que le mouvement propre du système solaire qui vient d'être mentionné n'est en réalité qu'un mouvement relatif au système de comparaison formé par l'ensemble des étoiles observées, lesquelles appartiennent à notre nébuleuse : la voie lactée. Le mouvement propre du système solaire, qui doit figurer dans la théorie de l'aberration, est le mouvement résultant du mouvement relatif et du mouvement général de translation des étoiles observées. On conçoit aisément que les deux mouvements de translation que nous considérons, bien qu'affectés d'une dénomination commune, peuvent n'avoir entre eux aucune relation nécessaire; de telle sorte que la connaissance de l'un ne puisse permettre de préjuger en rien ce qui se rapporte à l'autre.

» Pour éviter toute confusion, nous désignerons le mouvement résultant dont il s'agit dans la théorie de l'aberration sous la dénomination de mouvement *absolu* du système solaire, et nous entendrons par là le mouvement rapporté à la masse éthérée qui remplit les espaces célestes, celle-ci étant supposée fixe, ou plutôt n'éprouver que des mouvements vibratoires.

» Le principe de la nouvelle théorie est emprunté à la Physique ou à la théorie des ondulations : il consiste en ce qu'un rayon lumineux se propage, dans les espaces célestes, suivant une direction et avec une vitesse invariables et indépendantes du mouvement que peut posséder la source lumineuse. Ce principe étant admis, on en tire, par une suite de déductions géométriques ou analytiques très-claires et très-correctes, un système de relations explicites, qui contiennent à la fois les différentes sortes d'aberrations et de parallaxes que l'on considère en Astronomie. Si, dans ces relations, on

suppose nul le mouvement absolu du système solaire, on retombe sur les formules connues d'aberrations et de parallaxes.

» Voici en quoi la nouvelle théorie de l'aberration diffère de l'ancienne : si l'on fait abstraction de quelques termes du deuxième ordre, dont le plus fort ne s'élève qu'à 0",002, il arrive que les expressions diverses de l'aberration conservent la forme qu'elles ont dans la théorie ordinaire, et que le coefficient constant qui les affecte, au lieu d'être le même pour toutes les étoiles, varie suivant leurs directions. Soient U la vitesse du mouvement absolu de translation du système solaire, V la vitesse de la lumière, v le rapport $\frac{U}{V}$, $\varkappa$ l'angle formé par la direction du mouvement absolu du Soleil avec la direction d'une étoile, K une constante qui dépend du mouvement de la Terre autour du Soleil (*), (α) la constante spéciale à l'étoile considérée; on a

$$(1) \qquad (\alpha) = \frac{K}{V} \frac{1}{v \cos \varkappa + \sqrt{1 - v^2 \sin^2 \varkappa}}.$$

» En supposant ici v nul, la valeur de (α) se réduit à $\frac{K}{V}$, et l'on retombe sur les formules connues.

» On observera, en outre, que les étoiles dont les directions font le même angle $\varkappa$ avec celle de la vitesse U ont la même constante d'aberration. Il existe donc deux circonstances dans lesquelles une même valeur de la constante de l'aberration peut être commune à plusieurs étoiles : 1° lorsque le mouvement absolu de translation du système solaire est nul, cas auquel la constante est commune à toutes les étoiles ; 2° lorsque, ce mouvement n'étant pas nul, les directions des étoiles font un même angle avec la direction de ce mouvement. Réciproquement, il est aisé de conclure que, si plusieurs étoiles ont la même constante d'aberration, il faut, de deux choses l'une : ou que la vitesse absolue du mouvement de translation du système solaire soit négligeable par rapport à celle de la lumière, ou que la direction de ce mouvement fasse un même angle avec celles des étoiles.

» Appliquons ces considérations à la discussion des résultats obtenus par W. Struve. Si, à l'exemple de cet astronome, nous attribuons aux erreurs des observations les petites différences entre les sept constantes

---

(*) $$K = \frac{2\pi a}{T \cos \eta \sin 1''},$$

expression dans laquelle a est le demi-grand axe de l'orbite terrestre, T la durée de l'année sidérale, et η l'angle (sin = excentricité).

qu'il a obtenues; si, d'ailleurs, nous faisons abstraction des faibles distances, au zénith de Poulkova, des étoiles observées lors de leurs culminations, nous nous trouverons en présence de cette alternative : ou bien la vitesse absolue du mouvement de translation du système solaire est négligeable par rapport à celle de la lumière; ou, au contraire, la première de ces vitesses n'est pas négligeable et sa direction fait un même angle avec celles des étoiles observées. Dans ce dernier cas, les directions des étoiles doivent satisfaire à une condition, celle d'appartenir à une même surface conique à base circulaire. Or cette condition est satisfaite, puisque les distances polaires des étoiles sont égales à la colatitude de Poulkova : l'axe de la surface conique se trouve ainsi coïncider avec l'axe de la Terre.

» En résumé, de ce que la constante de l'aberration est supposée la même pour les sept étoiles observées par W. Struve, dans le voisinage du zénith de son observatoire, on ne peut rigoureusement tirer d'autre conséquence que celle-ci : ou bien la vitesse absolue de translation du système solaire est négligeable par rapport à celle de la lumière, ou bien il en est autrement, et alors la direction de ce mouvement est sensiblement parallèle à l'axe de la Terre.

» La nouvelle théorie de l'aberration offre le moyen de sortir de cette alternative. En effet, il est facile d'exprimer la quantité $v \cos \varkappa$ en fonction des trois composantes rectangulaires de la vitesse absolue de translation du système solaire et des coordonnées polaires qui déterminent la direction des étoiles : l'équation (1), étant appliquée à chaque étoile, fournira une relation entre ces trois composantes et la vitesse V de la lumière et comprendra ainsi quatre inconnues. Si donc on observe au moins quatre étoiles, dont les directions soient *convenablement* choisies, on aura le moyen de déterminer à la fois les trois composantes du mouvement de translation du système solaire et la vitesse de la lumière. A l'égard du choix des directions des étoiles, nous indiquerons une condition qui ressort soit de considérations purement géométriques, soit de l'expression du dénominateur commun des inconnues : c'est que les étoiles ne soient pas toutes situées sur un même cercle de la sphère, petit ou grand. On voit par là comment les sept équations que l'on pourrait former avec les nombres de W. Struve ne peuvent suffire à la détermination des quatre inconnues.

» La solution du problème s'obtiendrait en instituant, sur quelque point de l'hémisphère austral, un système d'observations analogue à celui qui a été réalisé à Poulkova, et combinant les nouvelles déterminations avec celles de W. Struve.

» On peut se fonder sur le peu de probabilité que la direction du mouvement absolu du système solaire coïncide avec l'axe de la Terre, pour prévoir le résultat des observations ; cependant une semblable coïncidence n'est pas impossible et n'est pas plus improbable que la coïncidence avec toute autre direction prise au hasard.

» Le résultat des nouvelles observations fût-il d'ailleurs négatif, en ce sens qu'il confirmerait simplement l'hypothèse admise d'une constante de l'aberration commune à toutes les étoiles, un tel résultat ne serait pas sans importance, puisqu'une hypothèse se trouverait transformée en une vérité démontrée par les faits ; mais il serait facile de déduire des observations un autre résultat non moins digne d'intérêt : on arriverait à fixer une limite supérieure de la vitesse absolue de translation du système solaire, limite qui résulterait de la limite des erreurs attribuables aux observations.

» Il sera nécessaire, avons-nous dit, que la précision des nouvelles observations ne soit pas inférieure à celle des anciennes : ajoutons qu'il conviendrait également que le système d'observations fût comparable autant que possible avec celui mis en œuvre à l'Observatoire de Poulkova. N'est-ce pas déclarer que ce célèbre établissement conduirait, mieux que tout autre, à bonne fin, une œuvre dans laquelle il s'est si brillamment distingué? Dans cette conviction, j'ose adresser à notre éminent correspondant, M. Otto Struve, la prière d'accorder quelque attention à une proposition dont il pourra mesurer le degré d'importance.

» Nous terminerons cette Note en présentant une remarque sur la détermination directe de la vitesse de la lumière, que M. Le Verrier voudrait voir reprendre par les physiciens. D'après la nouvelle théorie de l'aberration, il ne suffirait pas de diviser la distance E comprise entre la source lumineuse et le lieu de l'observation par le temps $t_1 - t_0$ que la lumière met à la parcourir : le résultat qu'on obtiendrait ainsi ne serait pas égal à la vitesse de la lumière; car on n'aurait pas tenu compte du déplacement de l'observateur pendant la durée du trajet, déplacement dû, tant au mouvement absolu du système solaire, qu'à celui de la Terre autour du Soleil et à son mouvement de rotation; il est aisé de reconnaître que les deux derniers mouvements ne peuvent donner rien de bien sensible; si l'on en fait abstraction et que l'on suppose au contraire la vitesse absolue du Soleil comparable à celle de la lumière, on aura la relation

$$(2) \qquad \frac{\mathrm{E}}{t_1 - t_0} = \mathrm{V}\left(v \cos x + \sqrt{1 - v^2 \sin^2 x}\right),$$

dans laquelle x désigne l'angle formé par la droite allant de l'observateur à la source lumineuse, avec la direction du mouvement absolu du système solaire. Or, si les progrès de la Physique pouvaient permettre d'obtenir des valeurs du rapport $\frac{E}{t_1 - t_0}$ variables avec l'angle x, la formule (2), traitée comme il a été dit au sujet de la formule (1), permettrait de déduire, des observations directes, la vitesse de la lumière et les trois composantes du mouvement absolu du système solaire.

» On peut remarquer que les formules (1) et (2) contiennent la vitesse V multipliée par le même facteur $v \cos x + \sqrt{1 - v^2 \sin^2 x}$; il est à peine nécessaire de faire remarquer que le produit est égal à la résultante de la vitesse de la lumière et de la vitesse absolue de translation du système solaire prise en sens contraire. Il s'ensuit que les formules en usage, tant pour l'aberration que pour la mesure directe de la vitesse de la lumière, n'ont à subir d'autre modification que le remplacement de cette vitesse par la résultante dont il vient d'être question.

» N. B. — Il ne faut pas perdre de vue que la théorie qui précède ne s'applique directement qu'à la vitesse de la lumière dans le vide. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Observations présentées par* **M. J. Bertrand,** *à l'occasion du dernier cahier du* Journal für die reine und angewandte Mathematik, *publié à Berlin* (Band 75, erstes Heft).

« Dans le dernier cahier du *Journal de Mathématiques* publié à Berlin, M. Helmholtz discute les objections déjà nombreuses soulevées par sa théorie nouvelle des actions électrodynamiques. L'éminent auteur n'accepte comme décisif aucun des arguments allégués contre lui, et croit adresser à chacun une réponse concluante ou plausible. Les critiques que j'avais présentées dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (23 octobre 1871) prouvent, suivant moi, très-rigoureusement l'inexactitude de la formule nouvelle proposée pour représenter l'action de deux éléments de courant. M. Helmholtz n'en tombe nullement d'accord et propose une explication à laquelle je n'avais pas songé, je l'avoue, mais que j'aurais écartée certainement, car elle implique une impossibilité physique aisément démontrable. Je me propose de le faire voir dans cette Note.

» M. Helmholtz, on ne l'a pas oublié, représente l'action de deux éléments de courant par une loi entièrement différente de celle d'Ampère. Plus d'une fois déjà on avait remarqué que la loi d'Ampère cesse d'être

seule possible si l'on n'impose pas à l'action de deux éléments la condition de s'exercer suivant la ligne droite qui les joint. M. Cellerier, M. Grassmann, et plus récemment M. Reynard, ont savamment développé cette remarque, qui se rencontre d'ailleurs dans les Œuvres posthumes de Gauss, et qu'Ampère lui-même avait faite plus d'une fois. Mais les lois nouvelles obtenues diffèrent essentiellement de celle que propose aujourd'hui M. Helmholtz; toutes les fois que le circuit attirant est fermé, elles donnent le même résultat que celle d'Ampère, et cette condition, on le sait, est nécessairement remplie dans toutes les expériences réalisables. La loi nouvelle de M. Helmholtz ne s'accorde, au contraire, avec la loi classique que si les deux circuits en présence sont l'un et l'autre fermés, et, comme on peut étudier l'action exercée sur une portion mobile de circuit, l'expérience peut prononcer, et condamne, on l'a prouvé récemment, la théorie de M. Helmholtz (*Nachrichten* de Göttingue 14 août 1872).

» Mais je veux ici discuter seulement l'objection décisive que j'avais adressée à M. Helmholtz, en démontrant l'impossibilité absolue de la réponse qu'il propose.

« On peut affirmer, avais-je dit, que la tentative de M. Helmholtz ne » saurait réussir, et qu'aucune expression ne peut remplir les conditions » introduites dans sa définition du potentiel. »

» J'ai prouvé en effet que, quelle que soit l'expression adoptée pour le potentiel de deux éléments isolés, elle ne saurait correspondre à aucune force déterminée exercée sur chaque élément.

» Cette démonstration est rigoureuse; elle ne suppose nullement, comme le croit M. Helmholtz, que l'on admette l'hypothèse d'Ampère sur la direction de la force produite. Si j'avais fait une telle supposition, toute discussion eût été inutile; car il est démontré que les expériences ne permettent, dans ce cas, aucune autre loi que celle d'Ampère. L'inadvertance commise par M. Helmholtz est, d'ailleurs, ici sans importance; car ce n'est pas une force, suivant lui, qui représente l'action, c'est le système d'une force et d'un couple.

» Je ne m'attendais pas, je l'avoue, à voir reparaître cette idée de *couple primitif*, proposée, il y a cinquante ans, par deux physiciens français, et abandonnée pour toujours, je le croyais, après les judicieuses et profondes réflexions d'Ampère. Mais puisque les arguments philosophiques de notre illustre compatriote n'ont pas convaincu M. Helmholtz, j'y joindrai, dans le cas actuel, une démonstration mathématique rigoureuse.

» La loi proposée par M. Helmholtz exigerait, en effet, que l'action d'un

élément infiniment petit ds', sur un élément ds, fût représentée par une force dont l'ordre de grandeur est $ds\,ds'$ et par un couple dont le moment est de même ordre. L'action d'un courant fini sur l'élément ds serait donc composée d'une force comparable à ds, et d'un couple dont le moment est également comparable à ds ; ces résultats sont la conséquence immédiate de la formule. Je n'ai pas à en développer la preuve; M. Helmholtz, en effet, les énonce sous une forme exactement équivalente, et sur ce point il ne peut y avoir de désaccord. Remarquons cependant, indépendamment de tout calcul, que, si le moment du couple agissant sur l'élément ds était infiniment grand ou infiniment petit par rapport à ds, l'action totale sur un courant fini serait infinie dans le premier cas et nulle dans le second; toute hypothèse autre que celle fournie d'ailleurs par la formule serait donc, *à priori*, inacceptable.

» Je vais prouver maintenant qu'il est également impossible de supposer un fil de grandeur finie dont chaque élément ds soit sollicité par un couple de moment comparable à ds. Un tel système de forces, en effet, détruirait instantanément le fil, quelle que fût sa ténacité.

» Un couple agissant sur l'élément ds, et dont le moment est du même ordre que ds, est nécessairement formé par deux forces finies agissant en sens contraire en deux points de l'élément. Il faut donc admettre, dans la théorie de M. Helmholtz, qu'un courant de dimensions et d'intensités finies peut développer sur un élément infiniment petit des forces d'intensité finie, parallèles et contraires il est vrai, formant un couple dont le moment est infiniment petit, mais enfin d'intensité finie. Or de telles forces, je vais le prouver, exigeraient dans le fil une ténacité infinie, et un fil de cuivre ou de fer parcouru par un courant aussi faible qu'on voudra le supposer serait brisé à l'instant et réduit en poussière par l'action d'un second courant, quels qu'en fussent l'intensité et l'éloignement. Les forces et les couples indiqués par la loi de M. Helmholtz, si on les compose d'après les règles de la Statique, donnent, je le sais, un système résultant bien éloigné de faire craindre de tels effets; mais une telle composition n'est nullement permise quand on veut apprécier les chances de rupture. Deux forces égales et contraires appliquées à un corps solide, se détruisant d'après les règles de la Statique, en sont-elles moins capables de le rompre? La rupture immédiate d'un fil dont chaque élément est sollicité par un couple dont la force est d'intensité finie semblera non moins évidente à tout esprit familier avec la théorie de la résistance des matériaux. Pour en montrer la nécessité à tous les yeux, considérons les forces qui sollicitent le fil comme formant deux sys-

tèmes : le premier composé de toutes celles dont la composante verticale est dirigée vers le haut, et le second comprenant toutes les autres; chaque couple fournira évidemment une force à chacun des deux systèmes; le premier système, s'il agissait seul, produirait sur le fil, considéré comme rigide, une accélération infinie, puisqu'il est composé d'un nombre infini de forces finies dont les composantes verticales sont toutes dirigées dans le même sens. Le centre de gravité, par exemple, pour invoquer un principe bien connu, prendrait nécessairement une accélération infinie. Le second système de forces, il est vrai, tend à produire une accélération contraire, et l'effet total, calculé par la théorie du mouvement des corps rigides, pourra être extrêmement petit; mais cette théorie n'est pas applicable ici, puisqu'il s'agit précisément de savoir si le corps solide pourra subsister; et n'est-il pas évident, au contraire, que, sollicité en même temps à prendre une accélération infinie vers le haut et une accélération infinie vers le bas, il ne pourra résister à des efforts contraires, que sa ténacité, quelle qu'elle soit, sera vaincue et que le fil serait réduit en poussière?

» Pour faire comprendre plus clairement encore cette conséquence inévitable des actions supposées, je veux préciser la démonstration précédente en la développant dans un cas simple.

» Supposons un fil rectiligne horizontal long d'un mètre et partagé en 100 milliards de parties égales assimilées aux éléments infiniment petits auxquels se rapporte la formule; supposons chacune d'elles sollicitée par un couple formé par deux forces verticales égales chacune à 1 milligramme. Peu importe que les couples agissant sur le fil supposé rigide se composent, d'après les règles de la Statique, en un couple de moment très-petit, incapable, sans doute, de briser un fil d'araignée; le fil de cuivre tiré vers le haut par 100 milliards de milligrammes, c'est-à-dire 100,000 kilogrammes, et vers le bas par une force égale, en sera-t-il moins brisé à l'instant? Et, qu'on le remarque bien, il ne s'agit pas d'éléments très-petits, mais *infiniment* petits; ce n'est donc pas 100 milliards de forces qu'il faut supposer, c'est une infinité, quelque petite que soit la valeur finie de chacune d'elles, c'est une résistance *infinie* que le fil devrait développer pour rester solide.

» La question est assez importante pour que j'insiste encore en montrant, par des considérations d'un autre ordre, l'impossibilité de l'hypothèse proposée.

» Considérons un fil dont chaque élément serait sollicité par une force et un couple conformément à l'hypothèse de M. Helmholtz, et admettons

qu'il puisse résister, un état d'équilibre se produira; mais il est évident que, la substance du fil étant élastique et chaque élément sollicité par des forces finies, cet équilibre sera précédé d'une déformation. Si petite qu'on veuille la supposer, cette déformation est finie, la force appliquée à chaque élément l'est également, et le travail total serait par conséquent infini. Il ne faut pas objecter que les deux forces égales opposées et infiniment voisines d'un même couple produiront des travaux égaux et de signes contraires quand on néglige les infiniment petits : il en serait ainsi si le fil était mathématiquement rigide; mais s'il se déforme, si chaque molécule cède aussi peu qu'on le voudra à la force finie qui agit sur elle, les deux forces du couple produiront, par suite de cette déformation, des travaux positifs dont la somme totale sera infinie; la déformation d'un fil de cuivre légèrement dilaté ou comprimé ne saurait, d'un autre côté, exiger un travail infini : c'est précisément pour cela qu'il y a contradiction, et que l'hypothèse d'un fil sollicité par les forces dont nous parlons et prenant un état définitif d'équilibre est absolument contradictoire; elle ne serait possible que pour un corps mathématiquement rigide, tel que le supposait Poinsot, sans qu'aucun effort puisse le rompre et aucune influence le déformer.

» J'avais adressé à M. Helmholtz une seconde objection. Je me suis efforcé de l'énoncer clairement, et je persiste à croire, en relisant les pages 968 et 969 des *Comptes rendus* (t. LXXIII), qu'il est difficile d'hésiter sur leur sens précis. M. Helmholtz a cru cependant que je me suis demandé simplement si la force d'induction représentée par ses formules a une direction déterminée en chaque point du courant induit, et il prend la peine de calculer, dans trois cas différents, cette direction, dont l'existence, suivant lui, me paraîtrait douteuse.

» Je n'ai jamais cependant révoqué en doute l'existence d'une telle direction; je lui reprochais seulement, ce qui est très-différent, de varier, avec la valeur attribuée à une constante arbitraire k, de telle sorte qu'aucune hypothèse physique sur le mécanisme de l'induction ne résultât de la théorie, ou, ce qui revient au même, que cette hypothèse changeât complétement avec la valeur d'une constante indéterminée k. C'est là, comme je le disais (p. 970), un principe bien difficile à accepter. Les explications de M. Helmholtz ne le rendent en rien plus facile.

» Bien d'autres difficultés pourraient être produites, avais-je dit (*Comptes* » *rendus*, t. LXXIII, p. 970), qui, si je ne me trompe, sont tout aussi » graves : elles n'auraient d'utilité que si l'on trouvait à celles-ci une ré-

» ponse satisfaisante. » Après les explications précédentes, je ne crois pas utile de produire ici ces objections nouvelles. De savants compatriotes de M. Helmholtz en ont présenté quelques-unes. Je ne veux ni les examiner, ni discuter la réponse adressée par leur illustre adversaire; la première des deux objections sur laquelle cette Note donne de nouveaux développements me paraît en effet décisive.

» Puisque l'occasion s'en présente, j'ajouterai seulement que les formules empruntées à M. Kirchhoff dans la *Théorie de l'induction*, proposées par M. Helmholtz et étendues par lui à un cas pour lequel elles n'avaient pas été faites, ne sont pas même acceptables quand on les étudie dans le Mémoire original, en adoptant les hypothèses mêmes de M. Kirchhoff, qui sont elles-mêmes celles de M. Weber.

» Mais il s'agit ici d'une discussion nouvelle, dont l'importance exige une étude spéciale. J'aurai prochainement l'occasion d'y revenir. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Extension de la méthode de Cauchy à l'étude des intégrales doubles, ou théorie des contours élémentaires dans l'espace.* Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« *Des périodes engendrées dans des parcours finis.* — Les précautions que prend Cauchy, dans la théorie des intégrales simples, pour éviter de donner à la variable x celles de ses valeurs auxquelles correspondent des valeurs multiples de la fonction y, sont absolument vaines, parce que, dès qu'on a réglé la loi de progression de x par une relation $\varphi(\alpha, \beta) = 0$, il n'y a plus qu'une des variables α, β, α' et β' qui reste indépendante, α par exemple, et que, pour que les quatre parties de l'intégrale $\Sigma y\,dx$,

$$\sum \alpha'\,d\alpha, \quad -\sum \beta' \frac{d\beta}{d\alpha}\,d\alpha, \quad \sqrt{-1}\sum \alpha' \frac{d\beta}{d\alpha}\,d\alpha \quad \text{et} \quad \sqrt{-1}\sum \beta'\,d\alpha,$$

ne soient pas nulles, il faut bien que le parcours $\varphi(\alpha, \beta) = 0$ soit tel qu'en quelques-uns de ses points $\frac{d\alpha'}{d\alpha}$ et $\frac{d\beta'}{d\alpha}$, sans compter $\frac{d\beta}{d\alpha}$, prennent des valeurs infinies.

» De sorte que les précautions prises constituaient le moyen le plus direct de tripler la difficulté que l'on avait voulu éviter.

» Les passages de la fonction par des valeurs multiples finies n'ayant d'autre effet que de disposer cette fonction à prendre ultérieurement d'autres valeurs que celles par lesquelles elle avait déjà passé, il était absolument indifférent de faire prendre ces valeurs à la fonction, de manière à brusquer la conversion, ou de les contourner, pour produire successivement l'échange des valeurs de α' et de β' entre elles, échange qu'il fallait bien effectuer, de façon ou d'autre, pour que l'intégrale $\Sigma y\, dx$, relative au chemin $\varphi(\alpha, \beta) = 0$, ne fût pas nulle.

» Je devrais donc, peut-être, ne pas m'astreindre à suivre cette méthode; mais il s'agit ici de remplir un programme tracé à l'avance, et je m'y conformerai de point en point.

» Un système de solutions de l'équation $f(x, y, z) = 0$, auquel corresponde une valeur de $\Sigma z\, dx\, dy$, est caractérisé par deux équations

$$\varphi(\alpha, \beta, \alpha', \beta') = 0, \quad \varphi_1(\alpha, \beta, \alpha', \beta') = 0,$$

et par une condition aux limites $\lambda(\alpha, \beta) = 0$.

» Moyennant les deux conditions $\varphi = 0$ et $\varphi_1 = 0$, chacune des six variables $\alpha, \beta, \alpha', \beta', \alpha'', \beta''$ devient une fonction déterminée de deux quelconques des autres, de sorte que les huit intégrales doubles

$$\begin{array}{llll} \Sigma\alpha''\, d\alpha\, d\alpha', & \Sigma\alpha''\, d\alpha\, d\beta, & \Sigma\alpha''\, d\beta\, d\alpha', & \Sigma\alpha''\, d\beta\, d\beta', \\ \Sigma\beta''\, d\alpha\, d\alpha', & \Sigma\beta''\, d\alpha\, d\beta, & \Sigma\beta''\, d\beta\, d\alpha', & \Sigma\beta''\, d\beta\, d\beta', \end{array}$$

qui entrent dans la composition de $\Sigma z\, dx\, dy$, sont bien définies.

» Si l'on suppose qu'en vertu des équations $\varphi = 0$ et $\varphi_1 = 0$ les huit surfaces, dont les coordonnées seraient α, α' et α'', α, β' et α'',... β, β' et β'', se trouvent toutes fermées, en forme de sphéroïdes, le système de solutions considérées pourra être dit *fermé*. Nous ne considérerons désormais que des systèmes fermés de solutions.

» Si l'intégrale I que l'on veut obtenir se rapporte à tout le système considéré, et c'est ce que nous supposerons toujours dorénavant, la condition aux limites disparaîtra. Nous n'en parlerons donc plus.

» Les équations $f(x, y, z) = 0$ et $\frac{df}{dz} = 0$ pourront être, sans inconvénient, désignées sous le nom d'équations du contour apparent. Le système de ces équations équivaut à quatre équations entre $\alpha, \beta, \alpha', \beta', \alpha'', \beta''$; si l'on y en ajoute une cinquième, $\mu(\alpha, \beta) = 0$, on aura une suite de solutions des équations du contour apparent. Cette suite sera dite *fermée* si la courbe, dont l'abscisse serait α et l'ordonnée l'une quelconque des cinq autres variables, est fermée.

» Nous dirons qu'une suite μ est enveloppée par un système (φ, φ_1), si ce système ne peut pas se réduire, par contraction, à une solution unique sans avoir momentanément compris les solutions formant la suite μ. La suite μ sera enveloppée deux, trois, etc., fois par le système (φ, φ_1), si ce système ne peut se réduire à rien, sans avoir contenu deux, trois, etc., fois les solutions composant la suite μ.

» Les équations $f = 0$, $\varphi = 0$, $\varphi_1 = 0$ n'admettant jamais, par hypothèse, aucune solution des équations du contour apparent, le système (φ, φ_1), ou bien n'enveloppera aucune de ces solutions, ou bien en enveloppera une suite fermée; car s'il n'enveloppait qu'une portion d'une suite μ, il comprendrait les extrémités de cette portion.

» Cela posé, il résulte de ce qui a été exposé au § II de la *Théorie élémentaire des intégrales doubles* que, si un système fermé (φ, φ_1) n'enveloppe aucune solution des équations du contour apparent, l'intégrale correspondante sera nulle; et que, si ce système enveloppe une suite fermée μ de solutions des équations du contour apparent, l'intégrale correspondante, qui en général ne sera pas nulle, n'éprouvera aucune variation lorsque le système (φ, φ_1) viendra à se modifier, sans toutefois cesser d'envelopper la suite μ et sans en envelopper de nouvelles. Les différentes valeurs constantes de l'intégrale, correspondant aux différents systèmes fermés de solutions que l'on pourra obtenir dans ces conditions, seront des périodes de l'intégrale.

» Occupons-nous d'abord de définir les suites fermées de solutions des équations du contour apparent qui seront à considérer. Si, entre les équations $f = 0$ et $\frac{df}{dz} = 0$, on élimine z, il restera une équation

$$F(x, y) = 0,$$

qui sera proprement l'équation du contour apparent; et, si l'on considère une solution quelconque $x = a + b\sqrt{-1}$, $y = a' + b'\sqrt{-1}$ de cette équation, la valeur qu'il faudra y joindre pour z sera exclusivement la racine double de l'équation

$$f(a + b\sqrt{-1}, a' + b'\sqrt{-1}, z) = 0.$$

Cette racine sera toujours supposée finie, puisque nous avons établi à part la théorie en ce qui concerne les solutions infinies, par rapport à z, des équations du contour apparent.

» Pour obtenir une suite fermée de solutions des équations du contour apparent, il suffira d'obtenir une suite fermée de solutions de l'équation

$F(x,y) = 0$, puisque z sera déterminé pour chaque système de valeurs de x et de y.

» Or les conditions dans lesquelles une suite de solutions d'une équation à deux variables $F(x, y) = 0$ peut se fermer ont fait l'objet, de la part de Cauchy, d'une étude spéciale dans les préliminaires de la *Théorie des intégrales simples,* et nous devons supposer connus les résultats de cette étude.

» Pour suivre l'illustre maître d'aussi près que possible, nous supposerons qu'une des suites que nous avons appelées μ soit définie par une équation $\mu(\alpha, \beta) = 0$, entre les parties réelle et imaginaire de x, y devant d'ailleurs être ensuite fourni par la relation

$$F(\alpha + \beta\sqrt{-1}, \alpha' + \beta'\sqrt{-1}) = 0,$$

et la valeur correspondante de z devant être la racine double de l'équation $f(x, y, z) = 0$.

» Cela étant, la suite μ sera fermée, d'abord si la courbe $\mu(\alpha, \beta) = 0$ n'enveloppe aucun des points critiques du lieu $F(x, y) = 0$, et nous démontrerons qu'alors l'intégrale double $\Sigma z\,dx\,dy$ sera identiquement nulle; elle le sera, en second lieu, si la courbe $\mu(\alpha, \beta) = 0$ enveloppe un nombre convenable de fois l'un des points critiques du lieu $F(x, y) = 0$, et nous démontrerons que dans ce cas l'intégrale double se réduirait au résidu relatif à ce point critique, c'est-à-dire à zéro, puisque le z de ce point sera supposé fini; enfin elle le sera si la courbe $\mu(\alpha, \beta) = 0$ enveloppe un nombre convenable de points critiques du lieu $F(x, y) = 0$, et chacun d'eux un nombre tel de fois que finalement y revienne à sa valeur initiale en même temps que x. Nous démontrerons que dans ce cas l'intégrale double aura une valeur finie, indépendante de la forme de la relation $\mu(\alpha, \beta) = 0$, pourvu que la courbe $\mu(\alpha, \beta) = 0$, en se déformant, ne cesse pas d'envelopper les mêmes points critiques du lieu $F(x, y) = 0$, et chacun le même nombre de fois; cette valeur constante de l'intégrale double sera une des périodes de l'intégrale indéfinie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'action des conducteurs disposés symétriquement autour d'un électroscope.* Note de **M. Ch.-V. Zenger.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

« On sait, depuis longtemps, que l'électricité statique se porte toujours à la surface des conducteurs.

» Il en résulte qu'on peut protéger des corps conducteurs ou isolants, en les recouvrant par un conducteur sur lequel s'accumule l'électricité, et qui doit être en contact, au moment du chargement, avec le corps intérieur. Or, en isolant les deux corps, il y aurait sans doute induction ; mais cette induction, dans le cas d'une boule, devient nulle, parce que les éléments électrisés de la boule extérieure et concentrique sont disposés symétriquement par rapport aux éléments superficiels de la boule intérieure. C'est pourquoi, par exemple, il n'y a pas de tension électrique dans l'expérience classique où l'on éloigne deux calottes hémisphériques de la boule intérieure qu'elles recouvraient. On voit aisément que les conditions dans lesquelles il n'y a pas de communication ni d'induction de l'électricité par un conducteur électrisé, sur un corps intérieur, conducteur ou non, sont : 1° que les deux corps soient en contact au moment du chargement; 2° que le conducteur extérieur soit disposé symétriquement autour du corps intérieur, pour le protéger contre l'induction électrique.

» On peut démontrer cette inertie électrique, dans les conditions indiquées, au moyen de l'appareil suivant, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie et qui a été construit par M. Ruhmkorff. Au milieu d'un plateau circulaire de laiton, isolé par un pied de verre, se trouve un électroscope très-sensible à feuilles d'or, tout en verre, et se terminant par une boule de laiton sur laquelle sont fixés des fils de laiton de différentes formes, mais symétriques, de manière que, en faisant tourner ces fils recourbés, on obtiendrait un corps de révolution, par exemple une sphère, un paraboloïde, etc.; l'axe de rotation se trouve dans la direction des feuilles d'or de l'électroscope. En chargeant le fil symétrique qui entoure les feuilles et qui touche la boule de l'électroscope, et même en faisant jaillir des étincelles sur le fil, on n'obtient pas de trace d'électricité sur les feuilles d'or. Il se produit des actions symétriques et opposées sur les feuilles d'or, et la somme de ces actions est nulle.

» On prouve que cette inertie est due à l'accumulation de l'électricité à la surface, et à la symétrie du conducteur entourant l'électroscope, par les expériences suivantes :

» On prend un fil circulaire, on lui fait toucher la boule de l'électroscope et on charge la boule; on ne trouve pas d'action sur l'électroscope, même quand on fait passer le corps électrisé entre le conducteur et l'électroscope. On enlève le fil circulaire; il y a une action assez forte. On place le fil circulaire dans une position inclinée par rapport à l'électroscope : on donne, par exemple, une inclinaison de 60 degrés à son plan par rapport à la tige de

l'électroscope, puis la charge; il se produit une action assez vive, très-peu différente de celle qu'on obtient en l'enlevant entièrement. On établit, par un fil de laiton, une communication entre le fil circulaire et la boule de l'électroscope; il y a encore un chargement des feuilles d'or, mais beaucoup plus faible qu'auparavant, parce que l'on n'obtient ainsi que la différence des actions des éléments électriques du fil, dont la position symétrique par rapport à l'électroscope est plus ou moins altérée.

» Ces expériences peuvent se faire aussi avec deux fils circulaires ou paraboliques, dont les plans font un angle quelconque. On a toujours des actions symétriques et opposées, dont la résultante devient nulle.

» Ces expériences deviennent encore plus concluantes quand on dispose deux électroscopes sensibles, de manière que le plateau circulaire de l'électroscope, qui est tout en verre, soit muni d'un autre électroscope plus petit, en fil de laiton, qu'on peut fixer sur le plateau, symétriquement au petit électroscope supérieur. En faisant les expériences décrites plus haut, on voit les feuilles d'or de l'électroscope supérieur immobiles, tandis que la décharge électrique d'une tige de verre frottée fait déchirer les feuilles d'or de l'électroscope inférieur.

» Ces expériences curieuses pourront peut-être servir à indiquer la forme la plus convenable pour les conducteurs des paratonnerres. Il serait intéressant de faire des expériences sur un paratonnerre dont le conducteur serait un anneau symétrique, entourant la maison, passant par les quatre coins du toit, recouvrant les cheminées et se terminant au point le plus élevé par une bande non isolée de la maison.

» En faisant l'expérience avec les électroscopes, j'ai trouvé qu'on peut couper les fils de laiton sans inconvénient : il n'y a pas d'action si l'on ne détruit pas la symétrie. »

M. **Buss** adresse quelques nouveaux documents relatifs à son « Régulateur pour machines motrices ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Morin, Tresca.)

M. J. **Boué** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de la Guerre, un projet d'aérostat militaire. Cette pièce est transmise à l'Académie par M. le Ministre de l'Instruction publique.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. H. **Georgé** adresse les dessins d'un projet de navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. E. Guillier adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, l'indication d'un remède qu'il propose contre le *Phylloxera*, et qui consiste dans un mélange de cendres de bois de vigne saine, de suie, de sable de rivière, d'eau de lessive, d'essence de térébenthine et d'ammoniaque.

M. Loarer (1) adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Note relative à l'apparition, sur certaines plantes exotiques, d'insectes qui lui paraissent provenir du transport des œufs de *Phylloxera*.

M. Ajot propose l'emploi de l'urine contre le développement du *Phylloxera*.

Ces trois Communications seront soumises à l'examen de la Commission du *Phylloxera*.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, sur les reliquats disponibles des fonds Montyon, une somme qui doit recevoir l'emploi indiqué par elle.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Des « Recherches sur les outils en silex des Troglodytes et sur la manière dont ils les fabriquaient; par MM. *S. Bonfils* et *L. Smyers* »;

2° Une « Détermination télégraphique de la différence de longitude entre des stations suisses; par MM. *E. Plantamour* et *A. Hirsch* »;

3° Une brochure de M. *G. Susani*, intitulée : « Éducations par pontes isolées; étude bacologique »;

4° Une brochure de M. *A. Corradi*, imprimée en italien et intitulée : « Les manuscrits de Lazzaro Spallanzani, conservés à la Bibliothèque municipale de Reggio ».

---

(1) Le nom de cet auteur, mentionné inexactement *Louvet* aux *Comptes rendus* du 30 septembre (p. 772), à propos d'une proposition relative à l'emploi du sulfure d'arsenic contre le *Phylloxera*, avait été rectifié ensuite *Loaver* dans un *Errata* placé à la fin du numéro suivant (p. 845); c'est *Loarer* qu'il faut lire.

THERMODYNAMIQUE. — *Note sur la loi des tensions maxima des vapeurs;* *par* **M. F. Massieu.**

« Les diverses formules qui ont été proposées pour représenter la loi des tensions maxima des vapeurs sont en général purement empiriques. Il semble pourtant qu'il y aurait lieu de faire une exception à cet égard pour les formules proposées par Roche et quelques autres savants. M. Regnault, qui nous fournit cette remarque aux pages 585 et suivantes du premier volume des relations de ses mémorables expériences, ajoute que les spéculations qui ont pour but de trouver une expression rationnelle de la loi des tensions maxima ne doivent pas être dédaignées. Les idées théoriques de Roche et de ses continuateurs, Clapeyron, August, etc., seraient vraisemblablement, si nous les connaissions bien, reconnues aujourd'hui inadmissibles, puisqu'elles ont été émises à une époque où le principe de l'équivalence de la chaleur et du travail n'était pas établi.

» Une expression vraiment rationnelle de la loi des tensions maxima ne devra pas seulement être déterminée dans sa forme par des considérations théoriques; il sera nécessaire, ou au moins très-désirable, qu'elle se rattache, par une dépendance immédiate, aux lois qui expriment les autres propriétés de la substance, soit à l'état liquide, soit à l'état de vapeur.

» J'ai donné, dans le Mémoire qui doit paraître dans le tome XXII du *Recueil des Savants étrangers*, une solution complète de cette question, en montrant que la loi des tensions maxima peut s'exprimer au moyen des trois quantités suivantes : la chaleur spécifique c du liquide, sa chaleur d'évaporation r et la chaleur spécifique k de sa vapeur sous pression constante. J'ai obtenu ce résultat comme conséquence de mes études sur les *fonctions caractéristiques des fluides;* j'espère qu'on le trouvera digne de quelque intérêt, et que l'Académie voudra bien me permettre de lui en présenter dans cette Note une démonstration directe et tout élémentaire.

» Nous appellerons, suivant l'usage :

v le volume d'un poids déterminé, d'un kilogramme par exemple, d'un corps quelconque;

p la pression à laquelle ce corps est soumis;

t sa température centigrade, et $T = 273 + t$ sa température absolue;

U sa chaleur interne ou, comme on dit quelquefois, son *énergie interne;*

θ la température de saturation correspondant à la pression p, c'est-à-dire la température à laquelle la tension de la vapeur saturée du corps est

égale à p (p et θ sont fonctions l'une de l'autre, et nous cherchons précisément l'expression d'une de ces fonctions);

A l'inverse $\frac{1}{424}$ de l'équivalent mécanique de la chaleur ou, ce qui revient au même, l'équivalent calorifique d'un kilogrammètre.

» c, r et k conservent les significations indiquées précédemment. Remarquons toutefois que c et r sont des fonctions de p ou de θ seulement, tandis que k est une fonction des deux variables p et t, ou θ et t, qui déterminent en général l'état du corps.

» Pour modifier infiniment peu l'état de ce corps, il faut lui fournir une quantité de chaleur dQ qui, d'après le principe de l'équivalence, a pour valeur

$$dQ = dU + Ap\,dv. \tag{1}$$

» On sait en outre que, quand un corps, dans ses transformations successives, décrit un cycle reversible et fermé, en revenant finalement à son état initial, l'intégrale ou sommation $\int \frac{dQ}{T}$ appliquée au cycle entier est nulle.

» Prenons donc 1 kilogramme de liquide à la pression p_0 et à la température θ_0 correspondante, et faisons-lui subir les transformations suivantes (désignons par Θ la température absolue de saturation $273 + \theta$) :

» 1° Échauffons la substance, en la maintenant liquide, de θ_0 à θ, ce qui nous donnera, dans l'intégrale $\int \frac{dQ}{T}$, le terme $\int_{\theta_0}^{\theta} \frac{c\,dt}{\Theta}$;

» 2° Vaporisons entièrement le liquide à la température θ et sous la pression p correspondante, ce qui nous donnera le terme $\frac{r}{\Theta}$;

» 3° Surchauffons la vapeur, sous la même pression p, jusqu'à la température t, ce qui donnera le terme $\int_{\theta}^{t} \frac{k\,dt}{T}$, dans lequel k est une fonction de p et de t, ou de θ et de t;

» 4° Laissons la vapeur ainsi surchauffée se détendre, avec travail complet, à la température constante t, depuis la pression p jusqu'à la pression p_0. Il faudra lui fournir pour cela une certaine quantité Q de chaleur, ce qui donnera dans l'intégrale le terme $\frac{Q}{T}$;

» 5° Refroidissons la vapeur sous la pression p_0, maintenue constante, jusqu'à ce qu'elle atteigne la saturation et par conséquent la tempéra-

ture θ_0. Pour cela, il faudra lui enlever à chaque instant la quantité de chaleur $k\,dt$, ce qui nous donnera dans l'intégrale le terme $\int_t^{\theta_0}\frac{k\,dt}{T}$ ou $-\int_{\theta_0}^t\frac{k\,dt}{T}$, dans lequel k est une fonction de p_0 et de t, ou de θ_0 et de t;

» 6° Condensons complétement la vapeur sous la même pression p_0, ce qui exigera qu'on lui enlève la quantité de chaleur r_0 et fournira dans l'intégrale le terme $-\frac{r_0}{\Theta_0}$.

» Résumant tout ceci, nous aurons, puisque le corps est revenu à son état initial et que le cyle est formé,

$$\int\frac{dQ}{T}=\int_{\theta_0}^{\theta}\frac{c\,d\theta}{\Theta}+\frac{r}{\Theta}+\int_{\theta}^{t}\frac{k\,dt}{T}+\frac{Q}{T}-\int_{\theta_0}^{t}\frac{k\,dt}{T}-\frac{r_0}{\Theta_0}=0,$$

d'où l'on tire

$$(2)\qquad \frac{Q}{T}=-\left(\int_0^{\theta}\frac{c\,d\theta}{\Theta}+\frac{r}{\Theta}+\int_{\theta}^{t}\frac{k\,dt}{T}\right)+\left(\int_0^{\theta_0}\frac{c\,d\theta}{\Theta}+\frac{r_0}{\Theta_0}+\int_{\theta_0}^{t}\frac{k\,dt}{T}\right).$$

» Supposons maintenant que t soit très-grand, c'est-à-dire que la vapeur soit très-surchauffée; tout le monde admet que cette vapeur suivra alors les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, et que, R étant une constante facile à déduire de la densité théorique de la vapeur, on pourra écrire

$$(3)\qquad pv=RT.$$

» D'autre part, la quantité de chaleur Q, qu'il a fallu fournir à la vapeur pour la faire passer, à la température constante t, de la pression p à la pression p_0, est, d'après l'équation (1),

$$Q=U_0-U+A\int_v^{v_0}p\,dv,$$

U_0 et v_0 désignant les valeurs de U et de v à la fin de la détente.

» Comme t n'a pas varié, $p\,dv$, d'après la relation (3), est égal à $-v\,dp$ ou à $-\frac{RT}{p}dp$; on a donc aussi

$$Q=U_0-U-ART\int_p^{p_0}\frac{dp}{p},$$

ou encore

$$\frac{Q}{T}=-\frac{U-U_0}{T}+AR\int_{p_0}^{p}\frac{dp}{p}=-\frac{U-U_0}{T}+AR\,\text{log.nép.}\,\frac{p}{p_0}.$$

» $U - U_0$ est la variation que subit la chaleur interne lorsque la vapeur passe, à la température invariable t, de la pression p_0 à la pression p; comme cette transformation est finie, quelque grand que soit t, $U - U_0$ est nécessairement aussi une quantité finie (j'ai même montré que cette quantité est nulle, dès qu'on suppose que la vapeur est assez surchauffée pour suivre les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, mais cela importe peu ici). Par suite, quand on fait t de plus en plus grand, $\frac{U - U_0}{T}$ tend vers zéro, en sorte qu'on peut écrire à la limite

$$\frac{Q}{T} = \text{AR log. nép. } \frac{p_0}{p}.$$

» Portons cette valeur de $\frac{Q}{T}$ dans la relation (2), et nous aurons

$$(4)\quad \text{AR log. nép. } \frac{p}{p_0} = -\left(\int_0^\theta \frac{c\,d\theta}{\Theta} + \frac{r}{\Theta} + \int_\theta^t \frac{k\,dt}{T}\right) + \left(\int_0^{\theta_0} \frac{c\,d\theta}{\Theta} + \frac{r_0}{\Theta_0} + \int_{\theta_0}^t \frac{k\,dt}{T}\right).$$

» D'après ce que nous avons vu, il faut supposer que, dans le second membre de cette équation, t croît au delà de toute limite; les deux parenthèses pourront devenir infinies, mais leur différence restera finie. En opérant les réductions qui se présenteront, avant de faire t infini, on évitera toute ambiguïté; alors le second membre de l'équation (4) ne sera plus fonction que des températures de saturation θ_0 et θ; cette équation exprimera donc la loi des tensions maxima. Cette loi n'est donc pas une loi isolée; elle dépend au contraire directement des autres propriétés des substances, et elle s'exprime au moyen des trois coefficients c, r et k, qui représentent les quantités de chaleur nécessaires pour opérer dans ces substances des modifications déterminées de leur état.

» Il est quelquefois plus avantageux d'employer la relation (4) sous la forme différentielle; si l'on attribue à p_0 et par suite à θ_0 des valeurs déterminées, et si l'on suppose que t reste constant, la seconde parenthèse du second membre de l'équation (4) aura une valeur invariable; alors, en différentiant cette équation par rapport à θ, et en remplaçant ensuite t par l'infini dans la limite d'intégration, on aura

$$(5)\qquad \text{AR} \frac{dp}{p\,d\theta} = -\left[\frac{c}{\Theta} = -\frac{d}{d\theta}\left(\frac{r}{\Theta}\right) + \frac{d}{d\theta}\int_\theta^\infty \frac{k\,dt}{T}\right].$$

» Enfin, si l'on désigne par k_0 la valeur que prend k lorsque la vapeur est saturée, et que, par suite, t est égal à θ, k_0 sera une simple fonction

de θ, et la relation (5) pourra s'écrire

$$AR \frac{dp}{p\,d\theta} = -\left[\frac{c - k_0}{\Theta} + \frac{d}{d\theta}\left(\frac{r}{\Theta}\right) + \int_\theta^\infty \frac{dk}{d\theta}\frac{dt}{T}\right]. »$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'action du poussier de charbon tassé autour des électrodes négatives dans les piles à charbon.* Note de **M. TH. DU MONCEL.**

« Il y a une douzaine d'années environ, le docteur Reinch avait eu l'idée, dans sa pile à eau régale, d'entourer l'électrode de charbon de poudre grossière de charbon concassé, de manière à former autour d'elle comme un filtre conducteur qui, selon lui, devait augmenter la puissance de la pile, surtout si l'on avait soin de la débarrasser par le tamisage de la poussière fine produite par le concassage du charbon. Cette disposition a été depuis appliquée en France, par M. Fortin en 1865, par M. Leclanché en 1866 et par M. Chutaux en 1870, dans les différentes piles qu'ils avaient combinées, et toujours ils en ont obtenu d'excellents résultats. On pourra se faire une idée des avantages que ce système d'électrode peut fournir, par la valeur de la force électromotrice de la pile au bichromate de potasse, qui, avec la disposition de M. Chutaux, est représentée par 1,955 (la force électromotrice de l'élément Daniell étant 1), alors qu'elle atteint à peine 1,86 avec la disposition ordinaire à électrodes simples. J'ai voulu me rendre compte des causes qui pouvaient intervenir dans ce résultat avantageux, et j'ai entrepris à cet égard une série d'expériences dont je vais rendre compte, mais qui m'ont démontré que l'action du charbon concassé entourant l'électrode négative des piles à charbon est exactement la même que celle qui est produite par le platinisage du platine dans la pile de Smée, c'est-à-dire qu'elle a pour effet d'augmenter, dans une assez grande proportion, la polarité électronégative de ce corps, ou sa polarité positive par rapport au circuit extérieur.

» Pour ces expériences, j'ai dû avoir recours à un galvanomètre excessivement sensible, ayant 30 000 spires. Grâce à lui, j'ai pu constater que le charbon de cornue peut, sous certaines conditions, développer une force électromotrice qui n'existe pas au même degré pour tous les charbons, mais qui varie peu pour un charbon donné, quand on ne change pas ses conditions physiques. En conséquence, j'ai commencé mes expériences par ranger les différents charbons que j'avais à ma disposition d'après leur pouvoir électromoteur. J'ai broyé deux des charbons les plus électropositifs et deux des charbons les plus électronégatifs, et, en y mêlant de l'eau,

j'en ai fait deux mixtures destinées à entourer alternativement les deux charbons servant d'électrodes. J'avais choisi ces charbons les moins différents possible quant à leur polarité électrique; mais, avant de faire l'expérience, j'ai voulu encore constater la polarité relative des deux mixtures, en plaçant l'une dans un vase poreux, l'autre autour de ce vase. J'ai pu reconnaître que la mixture faite avec les charbons positifs avait conservé une polarité positive assez prononcée pour donner lieu avec la mixture négative à une déviation de 83 degrés.

» Quand les deux charbons servant d'électrodes ont été plongés dans l'eau une première fois, la direction du courant différentiel qui en résultait était de 25 à 30 degrés, et elle décelait une polarité positive pour le charbon que nous appellerons A. L'autre charbon, que nous appellerons B, avait donc, par rapport à A, une polarité négative. Cette constatation faite, j'ai laissé le charbon B dans l'eau, et j'ai introduit, au milieu de la mixture positive occupant le fond du vase poreux, le charbon positif A; puis, le vase poreux a été trempé dans l'eau. Une déviation considérable, annonçant un changement de polarité des deux électrodes, s'est immédiatement produite, et la déviation dans ce sens, qui était la gauche du galvanomètre, a pu se maintenir quelques instants à 72 degrés; mais elle n'a pas tardé à descendre successivement, et à changer de côté au bout d'un quart d'heure. Elle a alors monté du côté droit, lentement, mais successivement, et au bout d'une heure un quart elle avait atteint 84 degrés. Conséquemment la mixture avait eu pour effet *de renverser au premier moment la polarité positive de l'électrode A, et de la renforcer plus tard, dans une proportion considérable et d'une manière continue.*

» Après cette première expérience, j'ai retiré l'électrode A de la mixture, je l'ai lavée avec soin, et je l'ai replacée dans l'eau en face de l'électrode B. J'ai obtenu un courant plus fort que dans la première expérience : ce courant montrait que le charbon A avait gagné dans le sens de la polarité positive, car, au lieu d'une déviation de 30 degrés, il en fournissait une de 51 degrés, qui a même été portée à 55 degrés au bout d'une heure un quart.

» Pour que cette expérience fût complète, il fallait en faire la contrepartie, c'est-à-dire placer dans la mixture le charbon B qui était négatif, au lieu et place de l'électrode A. Cette expérience montra, comme la première, la présence d'un premier courant, qui se produisit dans le sens de la polarité négative de B, et qui l'exagéra au point de fournir une déviation de 85 degrés à droite; mais, comme précédemment, ce courant diminua successivement d'énergie, et au bout d'un quart d'heure il annonçait une

inversion de polarité. Après une heure un quart, la déviation dans le sens positif atteignait le chiffre de 73 degrés. Sous l'influence de la mixture, le charbon B avait donc eu sa polarité renversée, et cette nouvelle polarité qu'il avait acquise était si tenace que, en retirant le charbon de la mixture et en l'immergeant dans l'eau après l'avoir essuyé, on a obtenu un courant presque aussi énergique que quand il était dans la mixture et dans le même sens. Il est vrai qu'au bout de vingt minutes cette polarité d'emprunt a disparu à son tour, pour donner lieu, après une heure un quart, à une déviation de 49 degrés dans le sens normal.

» Après m'être ainsi assuré de l'effet de la mixture positive sur les deux électrodes que j'expérimentais, j'ai voulu examiner l'effet de la mixture négative. J'ai, en conséquence, répété avec cette dernière les expériences faites avec la première. Les effets ont été exactement les mêmes, mais moins intenses. Ainsi la déviation produite par l'électrode A sous l'influence de la mixture, au lieu d'atteindre 84 degrés dans le sens positif, comme dans la première expérience, n'atteignait que 80°,5 au bout d'une heure un quart, après avoir atteint 80 degrés dans le sens opposé. La déviation positive produite par l'électrode B sous l'influence de la même mixture, au lieu d'atteindre 73 degrés au bout d'une heure un quart, n'avait atteint que 55°,5, après avoir marqué 70 degrés dans l'autre sens.

» Il résulte clairement de ces expériences que la mixture de charbon, tassée autour d'une électrode de la même matière, a pour effet au début de rendre négatif le charbon s'il est positif, ou d'augmenter la polarité négative s'il la possède déjà; mais, au bout d'un quart d'heure environ, cet effet fait place à un autre qui se produit en sens contraire, et alors le charbon devient fortement positif s'il est négatif, ou encore plus positif s'il a déjà cette polarité; et par le mot *polarité positive* nous entendons ici celle qui fournit au circuit extérieur l'électricité positive. Cet effet est général, quelle que d'ailleurs la polarité de la mixture, et se conserve momentanément après même que cette mixture n'entoure plus le charbon. On comprend facilement, d'après cela, pourquoi les piles dont le charbon est entouré de poussier de la même matière ont une force électromotrice supérieure.

» Suivant M. Leclanché, l'effet plus avantageux de la poudre *grossière* de charbon tiendrait à ce que, le charbon pulvérisé finement opposant une résistance beaucoup plus grande à la transmission du courant que la poudre grossière, les effets de la polarisation avec la poudre fine se porteraient plutôt sur la lame de charbon que sur la poussière charbonnée,

tandis que l'inverse aurait lieu avec la poudre grossière. Ce qui serait certain, d'après M. Leclanché, c'est que les effets de polarisation au bout d'un quart d'heure seraient plus grands avec la poudre fine qu'avec la poudre grossière, dans le rapport de 0,300 à 0,082. Il est possible aussi qu'une partie des avantages que nous avons cités tiennent à ce que la mixture charbonnée, en constituant autour de la lame de charbon une grande surface conductrice, diminue par cela même la résistance de la pile et les effets de sa polarisation. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau procédé de dosage de l'oxygène libre.* Note de **MM. Schützenberger** et **Gérardin**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Une des propriétés les plus intéressantes de l'hydrosulfite de soude, découvert et étudié par l'un de nous, est la rapidité avec laquelle il absorbe l'oxygène. Aussi peut-on l'employer avec avantage, comme l'a déjà fait remarquer M. Schützenberger, pour absorber l'oxygène d'un mélange gazeux. Il ne salit pas les éprouvettes, comme le pyrogallate de potasse et agit plus énergiquement. La solution absorbante s'obtient facilement en remplissant de bisulfite de soude à 20 degrés de l'aréomètre Baumé un flacon de 100 grammes environ, contenant des copeaux de zinc et en laissant réagir, à l'abri de l'air, pendant 20 à 25 minutes. Il est inutile de purifier l'hydrosulfite en le précipitant par l'alcool.

» En raison de ses propriétés, l'hydrosulfite de soude peut servir à doser, avec beaucoup de rapidité et une exactitude suffisante, l'oxygène dissous dans l'eau, par la méthode des liqueurs titrées. Le nouveau procédé que nous proposons est fondé sur les réactions suivantes :

» L'hydrosulfite de soude S^2O^2NaOHO, ou $\bar{S}Na\bar{O}H\bar{O}$ (nouvelle notation), ne diffère du bisulfite de soude que par 2 équivalents ou 1 atome d'oxygène. En présence de l'oxygène libre, il absorbe ce corps instantanément et se change en bisulfite $S^2O^2NaOHO + O^2 = S^2O^4NaOHO$, ou $\bar{S}Na\bar{O}H\bar{O} + \bar{O} = \bar{S}\bar{O}Na\bar{O}H\bar{O}$. D'un autre côté, il existe des matières colorantes, telles que le bleu d'aniline soluble de M. Coupier, qui sont instantanément décolorées par l'hydrosulfite de soude et qui résistent à l'action du bisulfite.

» Cela posé, si à un volume déterminé d'eau (1 litre par exemple), bien purgé d'air et légèrement teinté au moyen du bleu Coupier, on ajoute, en évitant l'accès de l'air, de l'hydrosulfite de soude, on observe que quelques

gouttes suffisent pour amener la décoloration. Si, au contraire, l'eau est aérée, la décoloration ne se produit que lorsqu'on a ajouté assez d'hydrosulfite pour absorber l'oxygène dissous.

» Le volume du réactif nécessaire est proportionnel à la quantité d'oxygène dissous dans l'eau; et il suffit, pour rendre le procédé sensible, d'employer un hydrosulfite assez étendu pour que 10 centimètres cubes, par exemple, correspondent à peu près à 1 centimètre cube d'oxygène. Si le réactif était susceptible de se conserver, il ne resterait plus qu'à déterminer, une fois pour toutes et directement, le volume d'oxygène que peut absorber un volume connu de la liqueur; mais, en raison même de sa grande altérabilité à l'air, il est nécessaire de titrer la liqueur au moment de s'en servir. On y arrive facilement de la manière suivante. D'après les observations de MM. Schützenberger et de Lalande, l'hydrosulfite décolore une solution ammoniacale de sulfate de cuivre, en ramenant l'oxyde cuivrique à l'état d'oxyde cuivreux; le sulfite et le bisulfite sont sans action tant qu'il reste un excès d'ammoniaque.

» On prépare donc une solution de sulfate de cuivre fortement ammoniacale, contenant une quantité de cuivre telle que 10 centimètres cubes de cette liqueur correspondent, au point de vue de l'action sur l'hydrosulfite, à 1 centimètre cube d'oxygène. Le calcul par équivalents fournit le nombre que l'expérience directe a vérifié.

» Voici comment on opère. Une demi-heure avant le dosage, on remplit aux trois quarts, avec de l'eau ordinaire, un flacon de 60 à 100 grammes contenant une spirale formée avec une feuille de zinc et quelques morceaux de grenaille de zinc; on ajoute 10 centimètres cubes d'une solution de bisulfite à 20 degrés Baumé, on achève de remplir avec de l'eau, et l'on bouche avec un bouchon en caoutchouc, en agitant plusieurs fois. Au bout de vingt à vingt-cinq minutes, le réactif est prêt.

» D'une part, on verse dans une petite éprouvette à pied 20 centimètres cubes de solution de cuivre, que l'on recouvre d'une couche d'huile; d'autre part, dans un bocal à large ouverture, on introduit 1 litre de l'eau à essayer, et l'on couvre également d'une couche d'huile, après avoir teinté en bleu très-clair, au moyen de quelques gouttes de solution de bleu Coupier. On puise l'hydrosulfite dans une pipette de 50 à 60 centimètres cubes, divisée en dixièmes. On laisse couler peu à peu le réactif dans le sulfate de cuivre ammoniacal, en agitant légèrement avec une baguette, jusqu'à décoloration; puis, avec la même pipette, on laisse couler l'hydrosulfite dans l'eau à essayer, jusqu'à décoloration. On a soin de maintenir

le bout inférieur de la pipette au-dessous de la couche d'huile pendant ces deux opérations.

» Supposons que l'on ait employé pour décolorer les 20 centimètres cubes de sulfate de cuivre ammoniacal $17^{cc},5$ d'hydrosulfite ; nous savons que ces $20^{cc},5$ correspondent à 2 centimètres cubes d'oxygène. Si, d'autre part, le litre d'eau a exigé $36^{cc},4$, on posera la proportion

$$17,5 : 2 :: 56,4 : x = \frac{36,4 \times 2}{17,5} = 4^{cc},16$$

d'oxygène dissous dans 1 litre d'eau. Il reste une petite correction, relative à l'hydrosulfite nécessaire pour décolorer le bleu employé, mais cette dose peut se déterminer très-approximativement une fois pour toutes.

» Ces expériences, une fois qu'on en a l'habitude, se font bien rapidement et avec une exactitude suffisante; elles n'exigent qu'un outillage très-portatif, et peuvent s'exécuter sur place, à la campagne, dans un bateau, partout enfin où l'on a intérêt à rechercher la richesse de l'eau en oxygène dissous.

» M. Gérardin a déjà commencé, par ce procédé, une série de recherches destinées à compléter le grand travail qu'il a entrepris sur l'insalubrité et l'assainissement des eaux en général. »

CHIMIE. — *Sur les substances antifermentescibles.* Note de **M. A. Petit.**

« L'importance, au point de vue médical, des récentes Communications de M. Dumas et de MM. Rabuteau et Papillon, sur le borate de soude et le silicate de soude, m'a engagé à répéter leurs expériences, mais en me plaçant dans des conditions particulières, qui me permettront, je l'espère, d'établir une échelle graduée des substances antifermentescibles, fondée sur de très-nombreuses expériences, qui datent de plusieurs années.

» Les liquides sur lesquels j'opère contiennent 50 grammes de sucre de canne par litre, et la quantité de ferment ($0^{gr},50$ de levûre de Hollande pour 10 centimètres cubes) est suffisante pour établir, en quelques minutes, une fermentation régulière. C'est à ce mélange que j'ajoute les sels, pour étudier leur action sur la fermentation.

» En opérant dans ces conditions, le silicate et surtout le borate de soude ne m'ont pas paru doués de propriétés antifermentescibles particulières. Avec une solution à 1 pour 100 de silicate de soude, le liquide s'est coloré en jaune par suite de l'action sur la levûre de l'alcalinité du silicate. Il a fallu une heure pour que la fermentation s'établît; mais, une

fois commencée, elle a été rapide et très-régulière. Quant à la solution à 1 pour 100 de borate de soude, elle a fermenté aussi rapidement que la liqueur sucrée non additionnée.

» La solution de sulfate de protoxyde de fer à 1 pour 100 a fermenté lentement, mais régulièrement. La solution à 1 pour 100 de sulfate de cuivre a commencé à fermenter, mais la fermentation s'est arrêtée.

» Dans les mêmes conditions d'expériences, le phosphore, l'essence de térébenthine à 1 pour 100, la créosote à faible dose, la poudre de moutarde à 1 pour 100, les acides tartrique et sulfurique à 1 pour 100 n'ont nullement entravé la fermentation.

» L'acide arsénieux en solution à $\frac{1}{100}$ ralentit la fermentation, qui cependant continue très-régulière.

» L'acide oxalique à $\frac{1}{300}$ la ralentit très-notablement.

» A dose égale, l'acide acétique m'a paru plus antifermentescible que les acides minéraux.

» J'ai fait entièrement fermenter un liquide alcoolique à 25 pour 100 et une solution contenant 5 pour 100 de glycérine et 1 pour 100 d'acide succinique.

» Les corps qui m'ont paru les plus antifermentescibles sont le bichlorure de mercure et surtout le bioxyde de mercure. Une solution à 1 pour 100 de sublimé, agitée avec la levûre, ne donne plus de précipité par l'hydrogène sulfuré; ce métal s'est combiné avec l'albumine. L'oxyde de mercure à dose moindre est doué d'une action encore plus énergique. Dans un tube en pleine fermentation, il suffit d'introduire $\frac{1}{2}$ pour 100 d'oxyde jaune, pour la voir s'arrêter instantanément.

» Les sulfites n'empêchent pas la fermentation; ils sont transformés en sulfates. J'ai préparé une solution contenant 1 pour 100 de sulfite de soude, 5 pour 100 de sucre de canne et 2 pour 100 de levûre de Hollande: voici les résultats que j'ai obtenus en dosant les sulfites par une liqueur iodée en présence de l'empois d'amidon; la fermentation avait lieu dans un flacon hermétiquement bouché, et le tube de dégagement plongeait dans l'eau :

10 centimètres cubes exigent avant la fermentation				16^{cc},4 liq. iodée.
10	»	»	après décomposition de $\frac{1}{7}$ du sucre ...	6 »
10	»	»	» $\frac{2}{3}$ » ...	2 »

» On voit que la transformation des sulfites en sulfates ne se fait pas avant la fermentation, mais pendant, et d'une manière progressive.

» Je me réserve de donner ultérieurement tous les détails de ces expériences, ainsi que de celles qui m'ont permis de formuler les considérations théoriques sur la fermentation contenues dans mon travail intitulé : *Théorie nouvelle de la fermentation alcoolique* (1). »

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Dumas.

PHYSIOLOGIE. — *Des allures du cheval, étudiées par la méthode graphique.* Note de **M. E.-J. Marey.**

« En cherchant à étendre de plus en plus les applications de la méthode graphique et des appareils enregistreurs à la Physiologie, j'ai pensé que l'étude des mouvements si rapides et si variés de la locomotion pouvait en tirer grand profit. Un de mes élèves, M. G. Carlet, a publié une analyse détaillée des différents mouvements qui se produisent pendant la marche de l'homme. J'ai entrepris, de mon côté, d'analyser les divers types de la locomotion chez l'homme et chez quelques espèces animales.

» Les allures du cheval m'ont paru tout particulièrement intéressantes à étudier par la méthode graphique. Le désaccord qui règne entre les divers auteurs relativement à la succession de mouvements qui caractérisent ces allures s'explique par l'insuffisance des sens pour suivre des mouvements si rapides et si complexes. D'autre part, la défectuosité du langage ordinaire pour exprimer ces actes successifs rend souvent très-obscures les définitions qui ont été fournies par les différents auteurs.

» Ce n'est pas qu'on n'ait essayé bien des fois de surmonter les difficultés de ce double problème. Certains auteurs, sachant que l'oreille est plus apte que l'œil à saisir les intervalles de temps, ont transformé en sensations auditives les mouvements qui échappaient à l'œil. C'est ainsi que, attachant aux pieds d'un cheval des grelots de différentes tonalités, de Curnieu a obtenu des sons distincts, rhythmés de façons variées suivant les allures de l'animal.

» D'autre part, au siècle dernier, Vincent et Goiffon avaient traduit par une sorte de notation musicale les périodes d'appui et de lever des quatre membres du cheval, avec la succession et la durée que ces actes leur semblaient avoir aux différentes allures.

» Les appareils enregistreurs peuvent fournir directement l'expression de ces mouvements, sans laisser place à l'illusion des sens; on peut même

(1) *Comptes rendus*, juillet 1871.

dire que ces appareils sont seuls capables de fournir l'analyse complète de mouvements très-compliqués. On ne demandera pas à un observateur de suivre des yeux et de décrire par le langage ordinaire les mouvements des doigts d'un pianiste sur le clavier, mais on pourrait assurément obtenir l'indication de ces mouvements avec un appareil enregistreur.

» Les indications que je demandais à mes instruments étaient les suivantes : d'une part, le rhythme des appuis de chacun des membres, leurs durées et leurs intensités relatives; d'autre part, les réactions qu'éprouve le corps de l'animal, dans leurs rapports avec les mouvements des membres.

» Pour explorer la pression des pieds sur le sol, j'ai recouru à des ampoules de caoutchouc maintenues sous le sabot et transmettant, chacune par un tube spécial, à un style enregistreur, l'expression de la force avec laquelle elle était comprimée.

» Les réactions qui consistent en oscillations du corps dans un plan vertical étaient recueillies, à la croupe et au garrot, par des appareils analogues à ceux qui m'ont servi autrefois à déterminer les oscillations que l'oiseau exécute en volant. Ces réactions s'écrivaient par deux styles spéciaux à côté des indications des battues des pieds.

» Enfin, comme les explorateurs placés sous le sabot se détruisaient très-vite quand ils ne posaient plus sur le sol artificiel d'un manége, il a fallu les remplacer, dans les expériences faites sur les routes ou sur le pavé, par des appareils que je ne puis décrire dans cette courte Note.

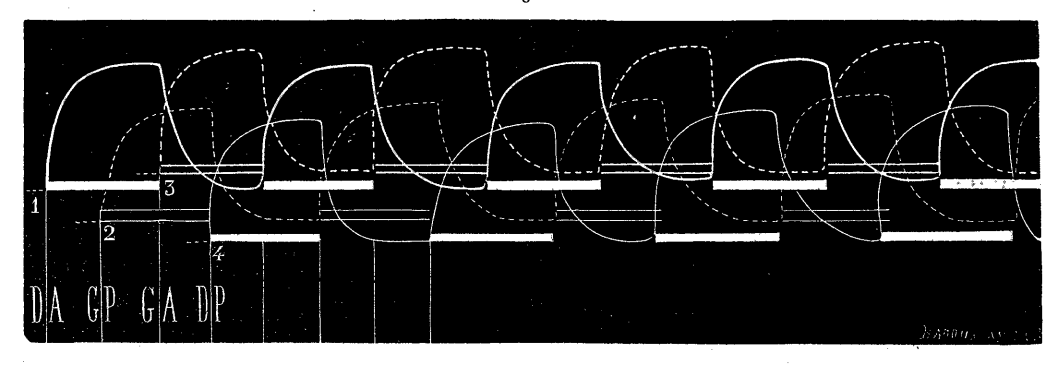
» *Expériences sur l'allure du pas.* — Le cheval, muni seulement des instruments qui signalent les appuis des pieds, fut mis à l'allure du pas et fit ainsi plusieurs tours de manége. L'animal était monté par M. Pellier, qui tenait d'une main l'appareil enregistreur, et de l'autre, avec les rênes, la boule de caoutchouc dont la compression devait faire fonctionner l'instrument. Quand la marche de l'animal parut bien régulièrement établie, on recueillit le tracé suivant (*fig.* 1) :

» Cette figure, qui, à première vue, semble assez compliquée, est en somme d'une analyse facile. Quatre courbes la composent; or chacune de ces courbes exprime les mouvements d'un des pieds du cheval, et se distingue des autres par la nature du trait qui la forme et par la hauteur à laquelle elle est écrite.

» Pour suivre la série des actes qui se produisent, prenons pour début un acte quelconque : la battue du pied *antérieur droit*, par exemple. Cet acte se traduit en 1 par un soulèvement de la courbe qui exprime que le

pied droit antérieur touche le sol; puis qu'il le comprime avec une force de plus en plus grande pendant un certain temps; enfin qu'il quitte le sol, ce qui se traduit par un abaissement de la courbe, et ainsi de suite jusqu'à la fin. De même on trouve en 2 la première battue du pied *gauche postérieur*, en 3 celle du *gauche antérieur*, enfin en 4 celle du *droit postérieur*.

Fig. 1.



» Des lignes verticales DA, GP, GA, DP, abaissées du début de chacune de ces battues, montrent, par leur équidistance, que ces actes se suivent à des intervalles de temps sensiblement égaux.

» Pour permettre d'apprécier la durée de l'appui de chaque membre, on a sous-tendu la partie de la courbe qui correspond à cet appui par un trait horizontal, épais pour les appuis des pieds droits, tandis qu'il est formé, pour les pieds gauches, d'une double ligne. Ces traits horizontaux, qui commencent au moment de la battue et finissent à celui du lever, constituent, dans leur ensemble, une notation qui suffit à elle seule pour révéler les caractères rhythmiques d'une allure quelconque.

» Cette notation, très-facile à construire sur les courbes données par l'instrument, remplacera avantageusement les courbes originales quand il s'agira d'analyser une allure, de suivre ses transformations graduelles ou de comparer entre elles deux allures différentes. On y voit nettement tout ce que les différents auteurs ont signalé, à savoir :

» 1° Que les pieds de devant alternent entre eux dans leur action, c'est-à-dire que l'un ne prend terre qu'à l'instant où l'autre s'enlève. Il en est de même des pieds postérieurs;

» 2° Que les quatre battues sont sensiblement équivalentes, ainsi que nous l'avons dit plus haut;

» 3° Que si, d'après l'ingénieuse comparaison de Dugès, on considérait le quadrupède en marche comme représentant deux bipèdes (deux hommes,

par exemple), marchant l'un derrière l'autre, l'allure du *pas* serait caractérisée en ceci : que le marcheur d'arrière exécuterait ses mouvements un peu plus tôt que celui d'avant;

» 4° Que, dans cette hypothèse, le pas devrait être considéré, pour la régularité du phénomène, comme s'étendant d'un acte quelconque au retour du même acte ; il correspondrait donc en *durée* à *deux appuis*, et pourrait se diviser en quatre *temps* signalés par les quatre battues et séparés l'un de l'autre par la durée d'un demi-appui;

» 5° Que le corps ne repose jamais que sur deux pieds à la fois. Car la notation ne présente jamais superposés l'un à l'autre que les appuis de deux pieds;

» 6° Que si l'on estime, à la manière de Vincent et Goiffon, les temps pendant lesquels le corps repose sur deux membres d'un même côté (bipède latéral), et ceux pendant lesquels il repose sur deux pieds de côtés différents (bipède diagonal), on voit que ces temps sont égaux;

Fig. 2.

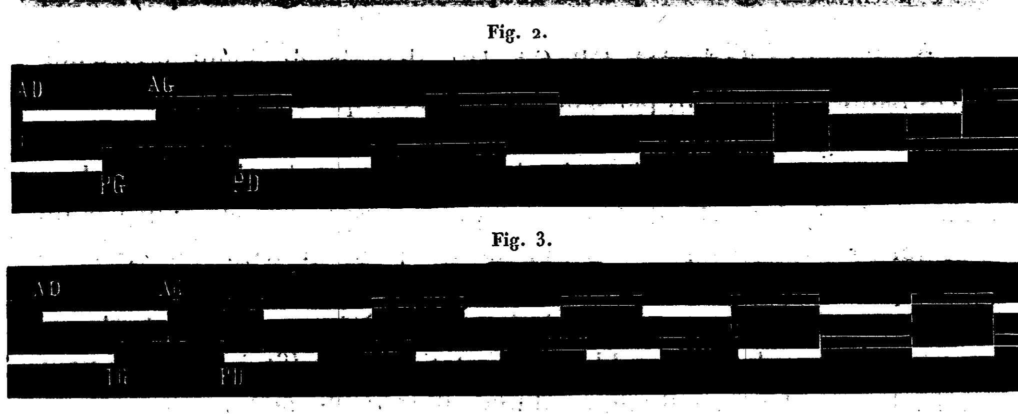


Fig. 3.

» 7° Que les appuis du corps changent quatre fois pendant la durée d'un pas et se font dans l'ordre suivant : 1° bipède latéral droit; 2° bipède diagonal droit; 3° bipède latéral gauche; 4° bipède diagonal gauche. (Les bipèdes diagonaux sont nommés droits ou gauches d'après le pied antérieur qui en fait partie.)

» Ces conclusions sont conformes à l'opinion la plus générale des auteurs; elles correspondent à la théorie du pas donnée par Vincent et Goiffon, Solleysel, Bouley, Colin, etc. Mais d'autres auteurs ont admis, comme type idéal du pas, des successions de mouvements un peu différentes. Ainsi, d'après Lecoq, le corps reposerait plus longtemps sur les bipèdes diagonaux que sur les bipèdes latéraux. Pour Raabe, ce serait l'inverse.

» Ces différentes variétés de pas s'observent assez souvent; ainsi la notation *fig.* 2 montre un type du pas tel que l'admet Raabe. On trouve, au contraire, la prédominance des appuis diagonaux dans le passage du pas au trot représenté par la notation *fig.* 3, où les appuis diagonaux prédominent de plus en plus pour exister seuls quand le trot est établi.

» Dans une prochaine Communication, j'exposerai le résultat de mes expériences sur les autres allures du cheval. »

ZOOTECHNIE. — *Recherches sur la toison des mérinos précoces.* Note de **M. A. Sanson**, présentée par M. Bouley.

« Il est admis généralement, par suite de raisonnements *à priori,* que l'absence des plis de la peau, chez les mérinos précoces, a dû nécessairement diminuer l'étendue des surfaces couvertes de laine, et que la hâtivité de la croissance, due à l'abondance et aux propriétés spéciales de la nourriture, n'a pu manquer de grossir les brins de cette même laine. Je me suis proposé de vérifier scientifiquement ces deux inductions. Mes recherches ont porté sur vingt-deux échantillons recueillis dans une excursion faite avec les élèves de l'école de Grignon, du 23 mai au 3 juin 1872, et elles ont été comparatives. Leurs détails et les discussions qu'ils comportent sont l'objet d'un Mémoire complet, qui sera publié ultérieurement. En attendant, je demande la permission d'en exposer, dans la présente Note, les principaux résultats et les conclusions, qui me paraissent aussi intéressants pour la science abstraite que pour la pratique de l'économie du bétail. Ces résultats sont consignés dans le tableau suivant, dont la forme synoptique en facilitera la comparaison. Les chiffres placés en avant d'une accolade, dans la colonne des diamètres, indiquent les six diamètres apparents, pris au micromètre oculaire de Nachet, qui ont servi pour calculer le diamètre réel moyen.

» D'après les faits que contient ce tableau et les renseignements économiques que je néglige de résumer ici pour abréger, on peut considérer comme démontrées les propositions que je vais maintenant formuler :

» 1° Le développement précoce des moutons mérinos, ayant pour effet de porter leur aptitude à produire de la viande au plus haut degré qu'elle puisse atteindre chez les moutons, n'exerce aucune influence sur la finesse du brin de leur laine. Celui-ci conserve le diamètre qu'il aurait eu dans le cas où il se serait développé dans les conditions normales, en raison de ce que ce diamètre dépend d'une aptitude individuelle et héréditaire.

NUMÉRO de l'échantillon.	NOM DU PROPRIÉTAIRE DU TROUPEAU.	ESPÈCE DU MOUTON.	NUANCE DU SUINT.	POIDS DE L'ÉCHANTILLON en suint.	après lavage à l'eau.	après désuintage.	LONGUEUR en millimèt. de la mèche.	du brin étendu.	DIAMÈTRE moyen du brin en centièmes de millimètre.	RÉSISTANCE du brin à la traction.	OBSERVATIONS.
				gr	gr	gr					
1	M. Ricois, à Malinville (Eure-et-Loir)........	Agneau dishley-mérinos........	Blanc vitreux.....	0,37	0,24	0,22	40	45	2,5	Faible....	Mèche pointue.
2		Id.	Id.	0,22	0,16	0,15	48	50	2,6	Id.	Id.
3		Brebis mérinos, commune......	Jaune sale........	0,82	0,43	0,40	50	53	2,6	Assez forte.	Mèche irrégulière.
4	M. Roger, à Thierville (Eure-et-Loir)........	Brebis mérinos, précoce........	Jaune d'ocre....	0,75	0,39	0,35	60	94	2,3	Forte....	Mèche carrée, très-régulière.
5	Id.	Bélier mérinos, précoce. 3 ans...	Id.	1,72	0,98	0,89	85	100	2,6	Id.	Id.
6	M. le marquis d'Argent, à Bouville (Eure-et-Loir).	Bélier dishley-mérinos.........	Blanc vitreux.....	0,52	0,33	0,32	100	127	3 4 4 6 5 6 } 2,83	Très-faible.	Mèche pointue, brins irréguliers.
7		Agneau dishley-mérinos........	Jaune pâle.......	0,12	0,05	0,04	60	77	2,00	Assez forte.	Mèche un peu pointue.
8		Brebis dishley-mérinos.........	Jaune citrin......	0,59	0,27	0,27	70	111	2,33	Forte....	Mèche carrée, bien frisée.
9		Agnelle mérinos, précoce.......	Jaune pâle.......	1,08	0,73	0,71	70	101	2,66	Id.	Mèche carrée, régulière.
10	M. Noblet, à Châteaurenard (Loiret)..........	Id.	Id.	1,66	1,11	1,00	60	92	3 4 3 3 4 3 } 1,67	Id.	Id.
11		Id.	Id.	1,19	0,73	0,68	60	82	2,00	Id.	Id.
12		Id.	Id.	1,57	0,95	0,88	53	71	2,5	Id.	Id.
13	M. Delamarre, à Éprunes (Seine-et-Marne).....	Bélier mérinos, précoce. 18 mois.	Id.	0,23	0,21	0,19	85	135	4 4 4 5 4 5 } 2,16	Très-forte.	Mèche carrée, très-propre.
14		Brebis mérinos, précoce. 18 mois.	Id.	0,17	0,11	1,105	80	135	5 5 5 5 5 5 } 2,5	Id.	Id.
15		Agnelle mérinos, précoce. 1 an..	Id.	0,07	0,05	0,049	55	73	1,85	Id.	Id.
16		Id.	Id.	0,21	0,16	0,155	60	89	1,85	Id.	Id.
17		Id.	Id.	0,40	0,24	0,22	55	100	4 6 5 5 4 4 } 2,33	Id.	Id.
18	M. Lefèvre, aux Aulnois (Seine-et-Marne).....	Bélier mérinos, précoce. 18 mois.	Id.	0,12	0,08	0,065	95	130	2,17	Id.	Laine très-propre.
19		Brebis mérinos, précoce. 18 mois.	Id.	0,16	0,11	0,097	75	108	5 6 6 4 5 5 } 2,58	Id.	Id.
20		Id.	Id.	0,24	0,12	0,11	70	100	1,915	Id.	Un peu moins propre.
21	Bergerie nationale de Rambouillet (Seine-et-Oise).	Bélier mérinos, n° 171..........	Jaune d'ocre foncé.	0,90	0,47	0,445	55	113	5 5 7 6 5 5 } 2,75	Id.	Mèche carrée, tassée, peu propre.
22		Brebis mérinos, n° 189.........	Jaune d'ocre clair.	1,09	0,69	0,645	60	106	5 5 7 5 5 4 } 2,58	Id.	Id.

» 2° L'influence exercée par le développement précoce sur le brin de laine se traduit par une augmentation de la longueur de ce même brin, sa croissance, résultant de la formation des cellules épidermiques dans le bulbe pileux, étant plus active. Il y a, pour le même temps, plus de substance laineuse produite.

» 3° Le développement précoce ne paraît avoir non plus aucune influence sur le nombre des courbes de frisures qui existent dans le brin, pour une longueur déterminée. Son effet est nul sur la forme de ces courbes, qui, de même que le diamètre du brin, résulte de l'aptitude individuelle également héréditaire.

» 4° Le développement précoce ne fait point varier le nombre des bulbes pileux ou laineux existant pour une étendue déterminée de la superficie de la peau. Il ne change rien, par conséquent, à ce qu'on appelle vulgairement le *tassé* de la toison. Les modifications que présente à cet égard la mèche de laine ne sont qu'apparentes. En augmentant la longueur des brins, la précocité augmente nécessairement celle des mèches qu'ils forment, ce qui fait paraître la toison moins *fermée*.

» 5° La qualité et la quantité du suint ne sont point modifiées par la précocité du développement : elles restent ce qu'elles auraient été si l'animal s'était développé normalement, ainsi que le prouvent les différences constatées entre des sujets également précoces. Cela démontre que la qualité et la quantité du suint dépendent d'une aptitude individuelle susceptible d'être modifiée seulement par l'hérédité.

» 6° La précocité du développement augmente le poids total de la toison. Cette proposition était impliquée par les précédentes, qui l'expliquent. En effet, du moment que ni le diamètre ni le nombre des brins ne diminuent et que leur longueur augmente, il y a nécessairement augmentation de substance, la quantité et la qualité relatives du suint restant les mêmes.

» 7° La valeur commerciale des toisons de mérinos précoces est augmentée, par rapport à celle des toisons de mérinos communs, non-seulement en raison de leur plus fort poids, mais encore en raison de la plus-value constante qui appartient aux laines dites de peigne, au prorata même de leur longueur.

» 8° Loin donc d'avoir diminué l'importance des mérinos comme producteurs de laine en leur faisant acquérir l'aptitude au développement précoce, qui a eu pour effet de les transformer en excellents producteurs

de viande, il se trouve au contraire qu'on a en même temps augmenté cette importance, et que, dans les nouvelles conditions économiques comme dans les anciennes, les mérinos ont conservé le premier rang qui leur appartient parmi les races ovines. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Caractères de la croûte produite sur les roches terrestres par les agents atmosphériques; comparaison avec l'écorce noire des météorites grises; par* M. Stan. Meunier.

« On a vu précédemment à quelle conclusion conduit l'examen des météorites grises, quant au mode de formation de l'écorce noire dont elles sont revêtues : la croûte dont il s'agit est due, avant tout, à l'action mécanique exercée par l'air sur le bolide qui le traverse. Il résulte de cette action mécanique, d'une part, un polissage qui donne lieu à une sorte de faux émail, et, d'autre part, un échauffement qui développe la coloration noire. Le phénomène de fusion, dont on observe des traces incontestables à l'extérieur du vernis, est d'importance tout à fait secondaire.

» Il était naturel de se demander si ce résultat de l'examen direct des météorites ne pourrait pas être contrôlé par l'observation des faits qui se passent à la surface de la terre, et cette prévision a été justifiée par les études dont je vais donner un rapide résumé.

» Les roches polies, soit par les rivières ou les fleuves, soit par les chutes d'eau, soit par les vagues, ont été complétement laissées de côté, parce que l'uniformité de l'action mécanique qu'elles subissent réalise, au moins dans la plupart des cas, des effets différents de ceux que présentent les météorites. Pour la même raison, j'ai dû écarter également les vernis produits par les glissements dans les failles ou par le rabotage des glaises. En passant en revue ces diverses roches, j'ai rencontré quelquefois des concrétions accidentelles très-propres à induire en erreur si l'on n'y faisait grande attention. Il m'a paru préférable à tous égards de prendre mes termes de comparaison, avec les météorites, parmi les fragments de roches abandonnés depuis un temps suffisant à l'action des intempéries et surtout à l'influence prédominante des vents et des poussières qu'ils charrient.

» Dans cet ordre de faits, mon attention a été tout d'abord attirée par un échantillon rapporté du Pérou par le voyageur Weddell, et enregistré dans les catalogues du Muséum d'Histoire naturelle sous le signe 10. P. 158. C'est une mimosite à grains fins et peu péridotifères, constituant des blocs isolés dans le sable qui recouvre les flancs des volcans d'Arequipa.

» Les surfaces naturelles de l'échantillon offrent avec celles des météorites ordinaires une telle ressemblance que la dolérite péruvienne, placée dans une vitrine au milieu de pierres cosmiques et tournée convenablement, ne pourrait sans doute pas en être distinguée. La forme générale de l'échantillon est plus anguleuse que ne le sont d'ordinaire celles des météorites, mais il faut ajouter cependant que, parfois, celles-ci ne sont guère plus émoussées. C'est le cas, par exemple, de l'échantillon 2. Q. 403 de la chute de New-Concord, aux Etats-Unis, et plus encore de l'échantillon 2. Q. 181 de la chute de Tourinne-la-Grosse, en Belgique.

» Mais le point sur lequel il importe d'insister, c'est l'existence, sur la dolérite d'Arequipa, d'une véritable croûte noire, qu'on attribuerait sans hésiter à une fusion superficielle si, entre autres considérations, l'examen microscopique dans la lumière polarisée ne montrait pas son état entièrement cristallisé. Cette croûte n'offre pas, comme le vernis des météorites, les petits filaments externes qui sont certainement fondus; mais, à part cette légère différence, l'analogie est intime.

» Ainsi, comme on l'observe dans les météorites, le vernis de la dolérite est très-nettement distinct de la roche sous-jacente, et peut même en être détaché plus ou moins nettement sous la forme d'écailles extrêmement minces. Examinée à la loupe, cette croûte offre l'apparence de bulles et de bourrelets, tantôt irradiants autour de certains points, tantôt dirigés dans des sens quelconques ; mais on reconnaît aisément que ces accidents sont simplement dus aux irrégularités lentement émoussées de la cassure primitive. Toutefois j'avoue que, pendant quelque temps, j'ai conservé des doutes quant au mode de formation de l'écorce si remarquable de la dolérite péruvienne ; son aspect s'ajoutait à son gisement volcanique pour m'engager à n'accepter qu'avec défiance une conclusion d'après laquelle la chaleur n'est pour rien dans le phénomène.

» Mais ces scrupules ont été complétement levés par l'observation des faits où la fusion ne saurait évidemment avoir rien à faire, puisqu'il s'agit de roches infusibles et placées d'ailleurs aussi loin que possible de toute action calorifique. Je veux parler de blocs de grès quartzeux, répandus en grand nombre à la surface du sol, entre Villeneuve-Saint-Georges et Limeil (Seine-et-Oise). A la vue de ces blocs, on est immédiatement frappé de leur ressemblance avec les météorites, d'abord pour la forme générale, et ensuite en ce qui touche l'existence d'une croûte vernissée qui les enveloppe de toutes parts. La seule différence sensible est que ce vernis, au lieu d'être noir, est d'un rouge ocracé, et j'ai déposé au Muséum un de ces blocs,

remarquable par son analogie de forme avec l'échantillon météoritique 2.Q.384, provenant de la chute de Pultusk, en Pologne.

» Les diverses faces du bloc en question ne sont d'ailleurs pas identiques entre elles. Le vernis n'y a pas atteint sur toutes le même fini, et il en résulte qu'on peut, en les passant successivement en revue, voir comment la croûte externe s'est produite peu à peu. La conclusion de cet examen est que le vernis résulte exclusivement de l'action des agents atmosphériques, produisant le poli d'une manière toute mécanique, et réalisant en outre, par des procédés chimiques plus ou moins compliqués, une modification sensible dans la nature primitive de la roche. Car si, comme on vient de le dire, la croûte est d'un rouge ocreux, l'intérieur de la roche est d'un jaune verdâtre. A première vue, on reconnaît, dans la région externe, la présence du fer oxydé anhydre, tandis que c'est la limonite qui colore le grès en dedans.

» La croûte du grès de Villeneuve-Saint-Georges est beaucoup plus épaisse que celle des météorites, et en même temps elle est en général limitée moins nettement à sa surface interne; cependant on peut, dans certains points, l'enlever sous la forme d'écailles.

» C'est surtout sur celle des faces où il est le plus parfait et, bien entendu, en faisant abstraction de sa couleur, que l'on constate l'identité du vernis avec l'écorce des météorites, dont il diffère surtout par l'absence des filaments fondus cités plus haut. A la loupe, on le croirait presque bulleux et scoriacé, ce qui tient simplement, comme pour la dolérite d'Arequipa, à la rugosité de la cassure. Certaines arêtes simulent des bourrelets à s'y méprendre. La surface est toute couverte des petites cupules décrites tant de fois à propos des météorites, et qu'on a comparées à l'impression que faisaient des doigts sur une pâte molle. Ces cupules résultent de l'arrondissement et de l'émoussement des petites cassures bien connues que le marteau du paveur produit sur le premier pavé venu. Comme dans les météorites, elles sont de tailles très-inégales, et souvent les petites recouvrent le fond des plus grandes.

» En présence d'une identité aussi complète, on est amené à reconnaître que le vernis des météorites et le vernis des roches terrestres qui viennent d'être citées sont dus à la même cause. Seulement, dans un cas, la friction de l'air est très-énergique et de peu de durée, tandis que l'inverse a lieu dans l'autre cas.

» Il est impossible, en terminant, de ne pas remarquer un trait commun du vernis des trois roches comparées ci-dessus, savoir : la météorite, la

dolérite d'Arequipa et le grès quartzeux de Villeneuve-Saint-Georges, vernis qui, dans tous les cas, diffère de la roche qu'il recouvre, puisqu'il est noir pour les deux premiers et rougeâtre pour l'autre. C'est que les trois roches en question prennent justement la couleur et les caractères de leur vernis, quand, éliminant l'action oxydante possible de l'air, on les chauffe à un degré convenable. La météorite et la dolérite deviennent noires, et le grès, perdant son eau, subit la rubéfaction.

» Relativement à ce dernier, je ne prétends pas expliquer comment l'action de l'air détermine le singulier effet qu'on vient de signaler, mais il faut remarquer qu'il y a peut-être dans ce phénomène de quoi rendre compte des déshydratations qui sont si fréquentes parmi les roches, et dont on a souvent tant de peine à saisir le mécanisme. De ce nombre serait peut-être la formation des meulières qui, surtout après les savantes observations de M. E. Robert, semblent si nettement dériver des geysérites. »

M. **Guérin-Mesneville** annonce à l'Académie qu'une station séricicole vient d'être fondée à Châlons-sur-Marne, grâce à l'initiative de M. *Nagel* et de M. *Cordier-Lamotte*.

M. Guérin-Mesneville adresse en même temps à l'Académie un exemplaire du Rapport qu'il a fait à la Société d'Agriculture de France, sur l'établissement de cette station.

« M. **Chasles** présente à l'Académie, de le part de M. G. Govi, un ouvrage intitulé : *Il S. Offizio, Copernico e Galileo, a proposito di un Opuscolo postumo del P. Olivieri sullo stesso argomento, Appunti di Gilberto Govi;* Torino, 1872. (Extrait des *Actes* de l'Académie des Sciences de Turin; séance du 10 mars 1872.)

» L'opuscule dont il s'agit, du P. Olivieri, général des Dominicains et commissaire général du Saint-Office, a été mis au jour à Bologne, au commencement de la présente année, d'après le manuscrit autographe de l'auteur. Le P. Olivieri y dit que l'Inquisition n'aurait pas condamné Galilée si les philosophes de l'époque n'avaient pas été contraires eux-mêmes à l'illustre vieillard. Son principal argument, dans la discussion de certaines vues de Galilée, roule sur ce qu'il aurait ignoré la pesanteur de l'air. C'est là le point principal aussi qui a donné lieu à la dissertation que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. M. Govi y cite plusieurs passages des ouvrages de Galilée, qui prouvent qu'il avait déterminé la pesanteur de l'air bien avant l'époque de son procès; et il insiste particulièrement, à ce sujet, sur une

lettre de 1612, adressée à J.-B. Baliani, dans laquelle Galilée lui apprend le procédé pour la détermination du poids de l'air qu'il trouve $\frac{1}{460}$ du poids de l'eau.

» Dans le cours de son écrit, M. Govi a l'occasion de parler de divers autres points de la vie et des travaux de Galilée, de plusieurs écrits auxquels a donné lieu la grande question de sa condamnation par le tribunal de l'Inquisition; de la conversation de M. Biot, à Rome, en 1825, avec le P. Olivieri (1); de la publication d'une partie des pièces du procès de Galilée, communiquées à M. H. de l'Épinois (2). Il conclut que la partie relative aux derniers jours de la résidence de Galilée au palais de l'Inquisition est couverte encore d'une certaine obscurité et d'indécision, et peut faire désirer la publication complète de ce qui se rapporte à ce grand fait du XVIIe siècle. On lira avec intérêt cette érudite dissertation. »

M. Larrey présente à l'Académie, de la part de M. *Logan*, Directeur général du département médical de l'armée anglaise, le 12e volume des Rapports, pour l'année 1870.

« Ce volume, dit M. Larrey, contient les documents les plus développés, dans leur ensemble, sur l'état sanitaire des troupes de tout le Royaume-Uni, sur les maladies et la mortalité, sur le recrutement et les cas de réforme. Ces questions générales sont successivement appliquées ensuite, en particulier, à chacune des nombreuses stations ou possessions anglaises. Un supplément au Rapport de 1869 précède l'appendice, qui comprend, à lui seul, les deux tiers du volume et offre une longue série de Mémoires, de Rapports et d'observations sur divers sujets d'hygiène, de médecine et de chirurgie militaires, de travaux topographiques et d'une suite de relevés statistiques, avec des plans, des cartes et des tableaux d'un grand intérêt pratique. »

M. Bouley, en présentant à l'Académie un ouvrage de M. *G. Fleming*, imprimé en anglais, et contenant une étude complète de la rage et de l'hydrophobie, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. Georges Fleming, président de *la Société centrale de médecine vétérinaire* de l'Angle-

(1) *La vérité sur le procès de Galilée*. (Voir *Journal des Savants*, 1858.)

(2) Galilée, *son procès, sa condamnation, d'après des documents inédits*. (Extrait de la *Revue des documents historiques*. Paris, 1867.)

terre, un livre ayant pour titre : *Rabies and hydrophobia*, avec cette épigraphe empruntée à Celse : « Miserrimum genus morbi, in quo simul æger et siti et aquæ metu cruciatur; quo oppressis, in angusto spes est. »

» M. Fleming expose, dans son livre, l'histoire de la rage depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours; puis il en trace la géographie et fait voir que c'est une maladie rare dans les régions à températures extrêmes, comme les régions tropicales et les régions glaciales, tandis qu'elle est fréquente, au contraire, dans les contrées tempérées et principalement en Europe, où elle paraît avoir acquis un plus haut caractère de virulence qu'autrefois, en même temps que ses manifestations sont plus nombreuses. En Europe, elle n'est pas uniformément répandue; c'est en France, en Allemagne, dans la haute Italie et dans la Hollande qu'elle se montre le plus souvent; tandis que, rare en Espagne, elle serait à peu près inconnue dans le Portugal. En Angleterre, les cas de rage, très-rares autrefois, se sont beaucoup multipliés depuis le commencement de ce siècle, « à ce point, dit M. Fleming, que si l'on n'a pas recours à des mesures générales, l'Angleterre aura tout autant à souffrir de cette terrible maladie que la France et l'Allemagne. »

» Dans le chapitre de l'Étiologie, M. Fleming examine et discute toutes les circonstances auxquelles on a attribué une influence causale dans le développement de la rage. Il admet sa *spontanéité*, parce qu'il ne lui paraît pas possible d'accommoder avec la doctrine étiologique de la contagion les manifestations épizootiques de la rage, à de certaines époques et dans de certaines régions.

» Comme exemple de *rage spontanée*, développée sous l'influence de la terreur, M. Fleming donne la relation circonstanciée de la manifestation soudaine de cette maladie sur un très-petit terrier *joujou*, comme il s'appelle, — very small toy terrier, — qui l'accompagnait dans un voyage en chemin de fer. Ce chien, qui s'était endormi avec toutes les apparences de la santé, fut tout à coup tiré de son sommeil par le bruit strident d'un train qui vint à croiser celui qui le transportait. Dès ce moment, il se mit à pousser des hurlements étranges, fut pris d'une agitation extrême, devint sourd à la voix de son maître, cherchant à s'échapper, et répandant par sa bouche une bave abondante. Tous les symptômes caractéristiques de la rage se déroulèrent le jour suivant, à la fin duquel cette maladie, dont le début avait été si soudain, se termina par la mort. Était-ce la rage? Malheureusement l'inoculation, qui seule aurait permis de résoudre cette question, n'a pas été faite.

» Dans le paragraphe relatif aux modes de transmission, M. Fleming a rassemblé les faits qui démontrent que ce n'est pas seulement la salive qui sert de véhicule à la contagion, mais que le sang lui-même est virulent dès le début de la maladie, et peut la transmettre par son inoculation expérimentale. Ce chapitre est très-complet et plein d'intérêt.

J'en dirai autant de celui qui est relatif à la symptomatologie. M. Fleming trace les caractères de la rage dans toutes les espèces, la nôtre y comprise, et ne néglige aucun des traits qui, dans l'espèce canine surtout, peuvent servir à la signaler à tous ses degrés, depuis sa période initiale jusqu'à sa terminaison par la mort.

» Le livre de M. Fleming se termine par l'exposé des moyens de traitement, et la plus grande partie de ce chapitre est consacrée aux moyens préservatifs, en tête desquels M. Fleming place en première ligne la *vulgarisation* des symptômes.

» Aussi recommande-t-il — et cette idée très-pratique aurait, je crois, une très-grande utilité, au point de vue prophylactique — de retracer les caractères les plus saillants de la rage derrière le *récépissé* que l'on délivre aux personnes qui possèdent des chiens et qui doivent payer l'impôt établi sur ces animaux dans presque tous les pays. De fait, la rage n'est vraiment dangereuse et ne devient la cause de tant de malheurs que parce qu'on la méconnaît à sa période initiale. Si l'on savait comment elle s'exprime quand elle commence, il serait toujours possible de prévenir ses sévices, en enchaînant le chien au moment où il n'est pas encore dangereux, et en l'empêchant ainsi d'obéir à l'instinct qui le porte à fuir la maison de son maître et à aller répandre, dans toutes les directions, la terrible contagion à laquelle il sert de récipient et de véhicule.

» L'auteur du livre dont je viens de faire l'analyse sommaire s'est proposé pour but cette *vulgarisation* si utile des symptômes de la rage. Pour réaliser ce projet, il a complété sa propre expérience par celle des auteurs qui ont écrit dans tous les pays sur cette étrange maladie, et, grâce à ce concours toujours avoué, il a fait de son livre l'ouvrage le plus complet peut-être qui ait été publié sur la matière. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. M. Edw.

———

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 OCTOBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. Babinet*, Membre de la Section de Physique, décédé à Paris ce matin 21 octobre 1872.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Note accompagnant la présentation d'un Mémoire et d'une Lettre de M.* de Magnac, *sur l'emploi des chronomètres à la mer; par* M. YVON VILLARCEAU.

« J'ai publié en 1863, dans les *Annales de l'Observatoire* (*Mémoires*, t. VII), un Mémoire sur le mouvement et la compensation des chronomètres. La théorie, d'accord avec l'observation, montre que les chronomètres pourvus d'un spiral isochrone ne présentent, à température constante, qu'un seul défaut, celui de l'accélération du mouvement par suite de l'épaississement des huiles ou avec le temps, mais que la compensation relative à la température n'est presque jamais réalisée. J'ai indiqué un moyen de régler l'échappement, de manière à faire disparaître le premier de ces défauts, et présenté la théorie de la déformation des lames bimétalliques du balancier, avec les détails nécessaires pour réaliser de très-près la compensation. Néanmoins, dans la prévision que les horlogers pourraient rester longtemps

sans essayer les applications de la nouvelle théorie, j'ai cru devoir indiquer le procédé le plus rationnel et le plus sûr pour calculer la marche de chronomètres plus ou moins imparfaitement compensés. Je ne m'étais pas trompé dans ma prévision : en effet, la seule tentative d'application de la théorie, qui soit parvenue à ma connaissance, est due à M. Rodanet; notre savant confrère M. Phillips a bien voulu m'informer que l'habile horloger de Rochefort avait vérifié expérimentalement l'exactitude de mes formules sur la détermination des lames bimétalliques, produite par les variations de température.

» Pour bien faire comprendre la nature et la portée des travaux de M. de Magnac, je demande à l'Académie la permission de lui en présenter les bases, en reproduisant un court extrait du Mémoire mentionné plus haut. Voici cet extrait :

« La théorie d'un phénomène quelconque a pour objet la détermination des relations qui existent entre certaines fonctions et les variables dont elles dépendent. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas toujours possible d'obtenir ces relations. Cependant il arrive qu'il soit nécessaire de connaître, non plus les expressions analytiques de ces fonctions, mais les valeurs numériques de leurs variations entre des limites déterminées des valeurs des variables : on peut généralement résoudre le problème à l'aide du théorème de Taylor; il est seulement nécessaire qu'entre ces limites la fonction ne soit pas sujette à des variations brusques, telles que celles qui résulteraient d'un changement d'état des corps, etc. Dans l'ignorance où l'on pourrait se trouver à cet égard, il convient toujours de tenter l'application du théorème; car la comparaison des résultats obtenus, avec des observations correspondant à des valeurs suffisamment rapprochées des variables, fera toujours connaître, *à posteriori*, si l'on est ou non dans le cas d'exception dont il s'agit. »

» Cet extrait est suivi de l'application du théorème de Taylor à l'expression de la marche diurne d'un chronomètre, en fonction des deux variables, le temps et la température, et d'une critique des méthodes en usage, dans laquelle on montre que ces méthodes reviennent à négliger *à priori* certains termes du développement de Taylor et à transformer les termes conservés d'une manière qui en masque l'origine. Leurs auteurs paraissent avoir méconnu cette origine, en ne faisant pas même une simple mention du théorème de Taylor.

» La grande généralité de la solution que j'ai proposée a vivement frappé l'un de nos jeunes officiers de marine, M. de Magnac, qui s'est proposé tout d'abord d'en vérifier l'exactitude. La vérification a été faite sur les quatre chronomètres du navire *la Victoire* pendant les campagnes de 1864 à 1867; les observations astronomiques ont été faites avec le plus grand soin par M. le Vice-amiral Mazères et M. de Magnac : les résultats très-satisfaisants

que cet officier a obtenus de l'application de la nouvelle méthode ont été en partie communiqués à l'Académie; ils viennent d'être publiés dans le Mémoire que j'ai l'honneur de lui présenter de la part de M. de Magnac.

» L'auteur du Mémoire s'était proposé de constater si la formule de Taylor représente la marche d'un chronomètre en mer, malgré les secousses et autres causes de perturbations auxquelles il est exposé. Voici sa conclusion :

« *De toutes les causes physiques agissant à bord sur les chronomètres, les principales sont : la température et le temps, et le théorème de Taylor rend parfaitement compte de leurs actions.*

» C'est, ajoute l'auteur, un fait acquis, important, appelé très-probablement à rendre de grands services à la Géographie et à la Navigation. Tout ce que nous avons fait jusqu'ici n'avait pour but que de le découvrir, n'était pour ainsi dire qu'une recherche théorique; *maintenant il en faut rendre l'application pratique : c'est ce qui fera l'objet d'études ultérieures.* »

» Sur l'avis du Comité hydrographique du Dépôt de la Marine, le Mémoire de M. de Magnac a été inséré dans le Recueil intitulé *Recherches sur les chronomètres et les instruments nautiques*. En me bornant à cette simple mention, je ferais supposer que ledit Comité donne son approbation à l'emploi de la nouvelle Méthode, ce qui serait contraire à la vérité; car le Comité, dans une Note qui vient immédiatement après le Mémoire, avertit le lecteur que « la Méthode de M. de Magnac ne doit pas être recommandée à nos » officiers, les calculs pénibles qu'elle nécessite n'étant pas compensés par » une précision sensible dans la pratique. » Le Comité pense qu'il y aurait lieu de recommander très-instamment une autre Méthode, « que des officiers » trouvent encore trop pénible. »

» Mon intention n'est pas, pour le moment, de montrer la supériorité d'une Méthode générale sur une autre qu'elle embrasse comme cas particulier; je veux seulement faire remarquer que la critique du Comité porte véritablement à faux. En effet, on ne méconnaît pas que la nouvelle Méthode ne soit susceptible de plus de précision que l'ancienne; mais on ne la trouve pas *pratique*. Évidemment l'honorable ingénieur qui vient de parler au nom du Comité hydrographique n'a pas lu entièrement le Mémoire de M. de Magnac; car on a pu voir, par l'extrait reproduit plus haut, que l'auteur se propose de rendre l'application *pratique*, problème qui sera de sa part l'objet *d'études ultérieures*.

» M. de Magnac vient de commencer ces nouvelles études à bord du *Jean-Bart*, sur lequel il a fait la campagne de 1871-1872. Il avait à sa dis-

position quatre chronomètres, dont les marches ont été déterminées toutes les fois que cela a été possible, et que l'on a comparés soigneusement tous les jours. M. de Magnac prépare un Rapport au Ministre de la Marine sur le résultat de sa campagne, et me prie d'en communiquer à l'Académie la partie purement scientifique que je dépose sur le bureau (1).

» L'Académie remarquera la concordance des résultats obtenus dans la détermination des longitudes des points de relâche par les divers chronomètres. Ces résultats, extrêmement satisfaisants, ont conduit M. de Magnac à cette conclusion :

« Moyennant 1° *le calcul des marches diurnes des chronomètres par la série de Taylor*, 2° *la recherche de leurs perturbations au moyen des comparaisons journalières*, on peut conserver l'heure de Paris avec une précision telle que, au bout des plus longues traversées, on obtient des longitudes aussi exactes que les culminations lunaires (2). »

» Je demande à l'Académie la permission d'ajouter que l'on pourrait profiter des avantages de la nouvelle Méthode pour éviter aux observateurs, qui devront observer le prochain passage de Vénus dans les régions inhospitalières des mers australes, un séjour de deux mois. Ce temps de séjour paraîtrait effectivement nécessaire pour déterminer les longitudes par la méthode de culminations lunaires : il suffirait que les navires chargés des expéditions fussent munis chacun de cinq à six chronomètres convenablement installés, que l'on comparerait entre eux tous les jours, et que leurs marches fussent soigneusement déterminées au départ, dans les relâches et au retour. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations au sujet des deux Notes que M.* Fremy *a publiées dans les* Comptes rendus *de la séance du 7 octobre; par* **M. Pasteur.**

« Notre confrère M. Fremy n'ayant pas assisté à la dernière séance, j'ai remis à celle-ci pour le prier de me permettre de lui poser une question au sujet des deux Notes qu'il a insérées dans les *Comptes rendus* de la séance du 7 octobre courant.

» Dans les Notes dont il s'agit, M. Fremy affirme, sans en donner la preuve, que les faits nouveaux exposés par moi dans cette même séance « *appuient les idées qu'il a émises pour la génération des ferments* » ; « *qu'elles* » *sont une confirmation éclatante de la théorie qu'il soutient, et qu'elles ren-*

(1) Voir un extrait de cette Lettre, à la Correspondance, p. 947.

(2) M. de Magnac entend sans doute que le minimum du nombre des chronomètres soit de quatre à cinq, et que les culminations lunaires embrassent au moins une lunaison.

» *versent entièrement la mienne.* » Ce sont les termes mêmes dont M. Fremy s'est servi, pages 783 et 790.

» M. Fremy a répondu, séance tenante, à mes Communications du 7 octobre. Ces Communications avaient été, de ma part, improvisées : je ne m'étais pas préparé à les faire ce jour-là. Peut-être n'ai-je pas été clair. Peut-être me suis-je mal fait comprendre. Dans tous les cas, mon exposition verbale a trouvé dans les *Comptes rendus* de la séance sa forme écrite définitive, et nul doute que M. Fremy n'en ait pris connaissance à tête reposée.

» Dès lors, voici la question à laquelle je prie M. Fremy de vouloir bien répondre. Dans la crainte que mes descriptions verbales n'aient pas été bien comprises, je viens demander à notre confrère si, après avoir lu mes Communications sous leur forme écrite, il persiste dans ses opinions; en d'autres termes, s'il persiste à juger que mes deux séries d'expériences sont « *une confirmation éclatante de sa théorie* ».

» Pour les points en litige, ces deux séries d'expériences se résumen comme il suit : le jus trouble de l'intérieur d'un grain de raisin, déposé dans du moût de raisin cuit, ne provoque pas la fermentation. L'eau de lavage de la surface de grains de raisin fait, au contraire, fermenter ce moût avec production de cellules de levûre, effet qui n'a plus lieu, d'ailleurs, si l'on fait au préalable bouillir cette eau de lavage avant de l'introduire dans le moût. (Expériences de ma première Note.)

» Je place des grains de raisin dans des conditions de vie semblables à celles des cellules de la levûre, et les cellules intérieures de ces grains se comportent comme les cellules de la levûre vis-à-vis du sucre, sans que ces cellules des grains engendrent des cellules de levûre. (Expériences de ma deuxième Note.)

» Ma conclusion, qui est adéquate aux faits, est celle-ci : dans aucun cas le jus du raisin ne peut par lui-même engendrer des cellules de levûre; ces cellules viennent primitivement de l'extérieur. Mes expériences, la conclusion obligée que j'en déduis, mettent donc au pied du mur les deux théories de la fermentation que soutient M. Fremy. En d'autres termes, je déclare erronées, soit la théorie de la transformation des matières albuminoïdes en cellules de levûre au contact de l'oxygène de l'air, soit la théorie de l'hémiorganisme, c'est-à-dire de la génération des cellules de levûre par les cellules des fruits (1). »

---

(1) Ces deux théories, qui ont pris naissance en Allemagne, n'y comptent plus que de rares adeptes.

TEINTURE. — *Réponse aux allégations contenues dans un Rapport de M.* A. Gruyer *sur l'Exposition internationale de Londres en 1871, à propos des tapisseries des Gobelins; par* M. Chevreul.

« Messieurs et chers Confrères,

» Dans un temps où la liberté d'écrire est un fait, tout homme qui est de son temps et qui se respecte ne répond pas aux attaques dont il peut être l'objet : ce principe de conduite, je l'ai observé; mais cet homme répondra à l'attaque d'une publication officielle intitulée :

EXPOSITIONS INTERNATIONALES.

LONDRES 1871.

FRANCE.
Commission supérieure.

RAPPORTS,

où on lit, page XXII :

« Il y avait un intérêt réel pour notre pays à apprécier au point de vue français les résultats de cette exposition internationale, et nous n'avons pas hésité à confier à plusieurs écrivains d'une *notoriété incontestable* l'appréciation des divisions les plus importantes de l'Exposition de 1871.

» Ces rapports, qui sont l'objet du volume dont ces quelques lignes ne forment que l'Avant-propos, ont été rédigés sur place, et nos rapporteurs ont tenu à honneur de ne point passer sous silence les progrès accomplis dans les autres pays, tout en s'attachant plus spécialement *au point de vue français, ainsi qu'ils en avaient la mission.*

» Ils sont au nombre de quatre :

» Les beaux-arts par M. Viollet-Leduc..... Les *produits industriels* présentés au point de vue de la forme et du dessin; en un mot l'application de l'art à l'industrie par M. Anatole Gruyer, *connu de tous les érudits par ses travaux sur l'histoire de la vie et des œuvres de Raphaël.* »

» M. A. Gruyer a donc bien un *caractère officiel;* mais Dieu me garde de croire que les honorables commissaires français de l'Exposition universelle de 1871 aient quelque part au *fait* contre la vérité duquel je proteste.

» Je copie dans son Rapport les passages relatifs à ma réclamation :

« ..... Rien donc des Gobelins à l'Exposition de 1871. A la vérité, je suis loin de regarder comme des modèles tout ce que notre Manufacture nous montre depuis des années. J'aurais eu bien des réserves à faire relativement à ces produits, bien des conclusions à prendre contre leurs tendances..... Les cartons (modèles de tapisseries peints par de grands maîtres) eux-mêmes ressemblent presque à de la tapisserie; et il est certain que des tapisseries faites d'après eux ne ressembleront jamais à des tableaux : voilà *l'essentiel.* Il ne faut *jamais confondre les genres, il faut laisser à chaque chose sa physionomie propre.* Une tapisserie qui

ne paraît plus être une tapisserie est un *produit bâtard qui n'a pas de nom dans la langue des arts*..... J'espère que les Gobelins, sous l'*habile direction de M. Darcel et avec le concours des artistes éminents qui s'intéressent à la Manufacture, vont renaître de leurs cendres et reprendre leur rang*..... En fait de tapisserie, les *progrès de la science*, s'ils ont utilement servi la Technologie, ont fait *à l'art un* TORT CONSIDÉRABLE. L'illustre *inventeur de la Chimie des corps gras* a plutôt ENTRAVÉ *qu'avancé* nos Manufactures par ses *savantes recherches sur les couleurs*. En composant ces claviers chromatiques où les tons se comptent, non plus par demi, mais par des différentielles pour ainsi dire infinitésimales, il a mis la tapisserie en état de rivaliser, non-seulement avec la peinture à fresque ou avec la peinture en détrempe, ce qui ne serait que *demi-mal*, mais avec la *peinture à l'huile, ce qui est* DÉTESTABLE. »

» J'ai fini d'exposer l'*attaque*, je réponds par des FAITS témoignant que les allégations de M. A. Gruyer sont le *contraire* ABSOLU *de la vérité*.

1re RÉPONSE.

*L'*ALLÉGATION *que j'ai exercé une influence fâcheuse sur la confection des tapisseries des Gobelins est* FAUSSE.

» La vérité est que je n'en ai exercé aucune. En effet, l'Administration des Gobelins ne m'a jamais consulté sur le choix des modèles ni sur la partie technique de la confection des tapisseries et des tapis, ni même sur la classification des laines et des soies teintes de ses magasins.

» Le 22 de juillet 1867, en faisant hommage à l'Académie d'un opuscule publié en 1866 sous le titre des *Arts qui parlent aux yeux au moyen de solides colorés d'une étendue sensible, et en particulier des arts de la tapisserie des Gobelins et des tapis de la Savonnerie*, je disais en terminant :

« Je répète ce que j'ai eu plusieurs fois l'occasion de dire, c'est que, *étranger au choix des » modèles et aux travaux du tapissier*, mes fonctions se bornent exclusivement à faire teindre » des laines et des soies aussi *absolument conformes que possible* aux échantillons que je » reçois de l'Administration. »

» C'est quarante-trois ans après avoir été attaché aux Gobelins que cette déclaration fut faite à l'Académie.

2e RÉPONSE.

*L'*ALLÉGATION *que j'ai été une cause de la décadence de la tapisserie par l'influence que mes recherches sur les couleurs ont exercée en donnant à l'artiste tapissier le moyen que son œuvre reproduisît fidèlement le tableau peint à l'huile est* FAUSSE.

» On en sera convaincu en lisant :

» 1° Mon livre de la *Loi du contraste simultané des couleurs*, et particuliè-

rement les pages indiquées dans la Note suivante (1). L'ouvrage parut en 1839; il y a donc trente-trois ans;

» 2° Le Rapport que je fis en 1851 comme membre du jury de la première Exposition universelle.

» En résumant brièvement ces deux Ouvrages, en ce qui a trait seulement à l'allégation de M. A. Gruyer, on voit combien la Peinture, en imitant le modèle coloré avec des matières presque liquides divisées à l'infini, pour ainsi dire, diffère des arts qui parlent aux yeux au moyen de solides d'une étendue sensible, comme des fils colorés, des vitraux colorés et peints, de petits prismes appelés mosaïques.

» Cette distinction fondamentale et développée montre que M. A. Gruyer, en disant : *il ne faut jamais confondre les genres, il faut laisser à chaque chose sa physionomie propre*, a répété ce que j'ai publié il y a trente-trois ans, avec cette différence pourtant qu'il a énoncé une proposition sans en donner les raisons que j'ai exposées en détail. Je vais les rappeler aussi brièvement que possible.

» Qu'est-ce que la peinture colorée étendue sur la palette? C'est un liquide plus ou moins pâteux, distribué en partie de couleurs diverses que le peintre peut mêler en toutes sortes de proportions pour en faire autant de mélanges qu'il voudra, et dont chacun paraîtra homogène à tous les yeux. Il peut faire le contraste de ton le plus extrême en faisant usage du noir pour les ombres et du blanc pour le clair; puis, entre ces extrêmes, opérer des dégradations parfaites de toutes les couleurs. Enfin, au moyen du pinceau, il a la possibilité de tracer des limites parfaites entre les divers objets qui composent son tableau, grâce au dessin.

» Cette faculté qu'a le peintre, dans ses imitations du modèle coloré, est refusée au tapissier, qui opère avec des fils colorés; à l'artiste verrier, occupé de faire des vitraux colorés pour les églises gothiques; à l'artiste en mosaïques, en un mot à tout artiste parlant aux yeux avec des solides de couleur d'une étendue sensible.

» Parlons maintenant du tapissier en face du modèle que le peintre lui a fait, et voyons les entraves que lui impose sa matière première, les deux

---

(1) Lire la 1re DIVISION intitulée : *Imitation des objets colorés avec des matières colorées divisées à l'infini, pour ainsi dire* (de la page 145 à 216 inclusivement).

La 2e DIVISION : *Imitation des objets colorés avec des matières colorées d'une étendue sensible* (de la page 217 à 282 inclusivement).

éléments de la tapisserie, la *chaîne* et la *trame*, dont les directions sont opposées rectangulairement.

» La *chaîne*, dans le métier de haute-lisse, est tendue verticalement, et chacun de ses fils est entièrement recouvert par la *trame*, de sorte que le spectateur qui regarde la tapisserie quand elle est achevée aperçoit des cannelures séparées l'une de l'autre par des sillons creux; et les fils de la *trame* se composant chacun de filaments, la surface de la tapisserie est, en réalité, striée horizontalement. En définitive, la surface de la tapisserie présente des cannelures et des sillons verticaux et des fils striés dans le sens horizontal.

» Quelles sont les conséquences de cette surface à *cannelures* et à trame *striée,* si différente de la surface unie d'un tableau?

» C'est que les parties saillantes réfléchissant plus de lumière que les sillons et les stries, il est impossible de produire des ombres comparables en vigueur à celle du peintre, et, par la même raison, ces mêmes *sillons* et ces mêmes *stries* absorbant la lumière, les clairs de la tapisserie ne pourront paraître *blancs*, et les tons lumineux de couleur ne pourront avoir l'éclat des tons clairs d'une peinture à l'huile.

» Si vous considérez l'impossibilité où est le tapissier de faire un trait oblique à la direction de la chaîne ou de la trame, qui ne soit pas dentelé, vous aurez des conditions de *structure* de la matière première, qui s'opposeront toujours à ce que la tapisserie puisse être identifiée au tableau.

» Quelles seront les conséquences de ces différences fondamentales entre la *tapisserie* et son *modèle?*

» C'est que le bel effet de la première exige que les contrastes de couleurs soient plus multipliés que dans le tableau, puisque les extrêmes, *ombre* et *lumière*, sont plus rapprochés dans la première que dans le second.

» C'est que les objets aient une certaine grandeur, afin que la *dentelure* des traits obliques ne soit pas visible à la distance où se trouvera le spectateur pour avoir la vue distincte de la tapisserie.

» C'est enfin qu'on emploie le plus possible de *couleurs franches* et le moins possible de *couleurs rabattues* par du noir, parce que celui-ci peut présenter deux inconvénients : celui de passer, ou s'il ne passe pas, les couleurs passeront, et alors il ne restera que du gris et pas de couleur.

« A qui maintenant M. A. Gruyer, tout juge *rapporteur officiel qu'il est de l'application de l'art à l'industrie,* persuadera-t-il que l'auteur de la *loi*

du contraste simultané des couleurs ait jamais eu la pensée de confondre l'imitation en tapisserie avec le modèle peint à l'huile? Qui le croira, quand il dit : « M. Chevreul a mis la tapisserie en état de rivaliser, non-seulement » avec la peinture à fresque ou avec la peinture en détrempe, ce qui ne » serait que *demi-mal*, mais avec *la peinture à l'huile, ce qui est* DÉTESTABLE ! »

» Si le jugement est sincère, l'expression ne l'adoucit pas.

» Quoi qu'il en soit, ai-je attendu M. A. Gruyer *pour ne pas confondre les genres, pour ne pas laisser à chaque chose sa physionomie?* Les citations suivantes témoignent qu'en traitant il y a trente-trois ans, je le répète, des arts qui parlent aux yeux au moyen de solides colorés d'une étendue sensible, je ne me suis pas borné aux tapisseries et aux tapis. J'ai énoncé en principe général que le perfectionnement de chacun de ces arts exigeait avant tout l'*amélioration* des qualités inhérentes à la nature de la matière qu'il met en œuvre et l'*atténuation* des défauts que cette matière peut présenter dans l'emploi qu'on en fait; ainsi *ai-je déduit de la surface cannelée et striée de la tapisserie la nécessité de recourir aux contrastes de couleurs et à la grandeur des objets pris pour modèle.*

» Si M. A. Gruyer avait lu le livre du *contraste des couleurs*, il eût vu le rôle que remplissent les zones de plomb servant d'assemblage à des verres colorés qui doivent être de petite dimension pour produire tout l'effet de couleur dont ils sont susceptibles; il aurait vu comment l'opposition de l'*opacité* du métal relève l'éclat des lumières colorées transmises par les verres; il aurait vu la nécessité d'une certaine largeur de la zone de plomb en rapport avec la distance où se trouve le spectateur pour obtenir le plus bel effet d'une vision distincte; il aurait compris l'explication de l'erreur commise lorsque, substituant aux petits verres d'église gothique et aux plombs d'assemblage une ferrure qui circonscrit les grandes pièces de verre, ces substitutions n'étaient pas un progrès, si l'on admet que l'effet de couleurs brillantes bien assorties était le but de l'artiste verrier, et qu'il ne faisait intervenir la figure humaine que de la manière la plus simple, en parfaite harmonie avec la foi chrétienne et ses légendes.

» Si M. A. Gruyer avait lu le contraste des couleurs, il aurait vu comment les effets de la jardinique sont déduits en principe de la ligne à laquelle les allées se rapportent; la ligne est *droite* dans le jardin de Lenôtre, et *courbe* dans le jardin-paysage. Il aurait trouvé l'explication de la grande difficulté de dessiner ce dernier d'une manière vraiment supérieure en considérant le petit nombre de personnes qui ont étudié la perspective que présentent les allées courbes et dans leur parcours et dans les points de

vue variés que le jardiniste a choisis : de là l'explication du petit nombre des successeurs de l'architecte Berthaud.

TROISIÈME ET DERNIÈRE RÉPONSE.

L'ALLÉGATION que mes *cercles chromatiques appelés claviers par M. A. Gruyer ont nui à l'art de la tapisserie des Gobelins* est FAUSSE.

» En effet, les Gobelins sont absolument étrangers à la confection des *cercles chromatiques;* leur exécution même n'est pas un acte spontané de ma part, puisqu'ils ont été imaginés pour satisfaire à la demande que l'industrie lyonnaise avait faite au Ministre du Commerce, par l'intermédiaire de la Chambre de Commerce de Lyon, de *types* de couleur tels qu'ils sont compris dans cette sorte de *schéma* que j'ai appelé *construction chromatique hémisphérique.*

» Que l'Académie veuille bien me permettre de rappeler quelques généralités relatives aux détails qui font partie de l'*exposé d'un moyen de définir et de nommer les couleurs*, exposé qui ne comprend pas moins que le trente-troisième volume de ses Mémoires. Je tiens d'autant plus à profiter de l'occasion que, prochainement, je lui ferai quelques communications relatives à la vision des objets colorés.

» La *construction chromatique hémisphérique*, décrite pour la première fois dans le livre de la *loi du contraste simultané des couleurs*, me fut inspirée par une idée exclusivement critique, celle de montrer les conditions auxquelles il fallait satisfaire pour définir d'une manière précise une couleur donnée, et celui qui la comprenait concevait dès lors l'insuffisance de ce qu'avaient imaginé le P. Castel, Grégoire et Mérimée le père pour atteindre ce but.

» On définit une couleur en ayant égard à son *nom*, à son *intensité*, que j'appelle *ton*, et à sa *bruniture*, c'est-à-dire à la proportion du noir si cette couleur en contient dans ses *tons* les plus clairs. L'ensemble des *tons* d'une couleur s'appelle la *gamme* de cette couleur.

» Mais comment définir les tons d'une couleur dont l'intensité est indéfinie?

» Par une convention très-simple. Supposons une zone de papier blanc plus longue que large; vers son milieu une couleur s'y trouve avec l'intensité qui la caractérise; à partir de là, elle s'affaiblit, de manière à aller au blanc d'une manière insensible, de même que du côté opposé la couleur s'éteint de plus en plus au moyen du noir jusqu'à l'extrémité qui touche au noir pur. Cette zone présente la dégradation de la couleur du noir au blanc.

Que l'on imagine maintenant la zone divisée en éléments superficiels égaux, et que la couleur dégradée de chacun d'eux soit mélangée uniformément, de manière qu'elle y soit répandue uniformément, vous aurez alors pour cette couleur autant de tons que d'éléments superficiels égaux. Dans mes gammes je compte 20 tons, mais si on le jugeait convenable, il pourrait y en avoir plus ou moins.

» On se représente la délimitation de la couleur indéfinie en gammes définies de la même manière qu'on vient de se représenter les tons d'une même gamme. Il suffit, en effet, de convenir qu'un cercle placé horizontalement se partage en trois secteurs égaux par des rayons représentant le *rouge*, et en allant à droite, le *jaune* puis le *bleu*, et qu'entre le rouge et le jaune il y a une infinité de rayons qui passent insensiblement du rouge au jaune, de même des rayons allant insensiblement du jaune au bleu, et de celui-ci au rouge : voilà bien l'indéfini de la couleur.

» Qu'on imagine le cercle partagé en un certain nombre de secteurs égaux, 72 par exemple; en admettant que le rayon, représentant chacun le rouge, le jaune et le bleu, partage par moitié trois des secteurs, il suffira, pour se représenter les 72 gammes, de supposer chaque secteur coloré uniment par la couleur qu'il comprend : c'est donc la même convention que pour la définition des tons de la gamme.

» Par deux suppositions encore analogues, on définira les couleurs rabattues par le noir dans tous leurs tons, de manière à avoir, pour chaque gamme de couleur franche, 9 gammes rabattues, dont la première contiendra dans tous ses tons, relativement à la gamme franche, $\frac{9}{10}$ de couleur et $\frac{1}{10}$ de noir; la deuxième gamme rabattue a $\frac{8}{10}$ de couleur et $\frac{2}{10}$ de noir;.... enfin la dernière gamme rabattue a $\frac{1}{10}$ de couleur contre $\frac{9}{10}$ de noir.

» On pourra concevoir de même le noir dégradé en 20 tons de gris normaux.

» Telle est la conception rationnelle de la *construction chromatique hémisphérique* à la figure de laquelle je renvoie. On la trouve dans l'atlas de *la loi du contraste* et reproduite dans le trente-troisième volume des Mémoires de l'Académie.

» Je l'exposai à mes auditeurs de Lyon, et après mes leçons de l'année 1842, le 2 d'août, la *Société d'Agriculture et des Arts utiles*, sur la proposition d'un de ses membres, M. J. Bourcier, à l'unanimité, demanda à la Chambre de Commerce de Lyon que son président voulût bien exprimer au Ministre du Commerce le désir de l'industrie lyonnaise, qu'on fît exécuter les

types de la *construction chromatique hémisphérique* en porcelaine de Sèvres.

» Le 8 de juillet 1843, une Lettre fut écrite par le président de la Chambre de Commerce; le Ministre m'en fit part dans une lettre datée du 22 de mars 1844. Déjà M. Alexandre Brongniart, administrateur de la Manufacture de Sèvres, d'après les ordres de M. l'Intendant de la liste civile, m'avait demandé mes *types* par deux Lettres, l'une à la date du 17 d'octobre 1843 et l'autre à celle du 9 du mois de janvier 1844.

» Malheureusement j'étais loin d'être près de satisfaire à cette demande : je ne m'étais livré à aucune expérience relative à la réalisation de ces types, et avant tout il fallait imaginer de les disposer de manière qu'il fût facile de les comparer avec les objets dont on voulait déterminer les couleurs.

» En y réfléchissant, je distribuai les types de la *construction chromatique hémisphérique* telle que je l'avais conçue en dix cercles; le premier contenant les couleurs franches, c'est-à-dire celles qui, à partir de la couleur franche au maximum de ton, ne renferme pas de bruniture ou de noir dans les tons inférieurs; et les couleurs rabattues dans ces mêmes tons furent réparties en neuf cercles, dont chacun comprenait les 72 gammes rabattues dans les tons par $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$,..., $\frac{9}{10}$ de noir contre $\frac{9}{10}$, $\frac{8}{10}$,..., $\frac{1}{10}$ de la couleur des tons correspondant aux tons non rabattus du premier cercle. Quant aux tons bruns rabattus du premier cercle, il fallait se représenter les tons correspondants des cercles rabattus comme contenant, avec leur noir, non la couleur de la gamme pure, mais le mélange de la couleur avec le noir, suivant la proportion du noir à la couleur dans les tons inférieurs correspondant aux tons non rabattus des gammes du premier cercle.

» Chaque cercle renfermant 1440 tons ou types, les 10 cercles en renferment 14400, et en y ajoutant les 20 gris normaux et le noir, qui est le 21e ton de la gamme, on a 14421 tons pour le tout.

» Aux Gobelins, on n'a exécuté que 1440 tons du premier cercle et le 10e ou 11e ton des 9 autres cercles et de plus les 21 tons de noir, ce qui donne $1440 + 648 + 21 = 2109$, et c'est avec eux que l'on a fait toutes les déterminations décrites dans le trente-troisième volume des Mémoires de l'Académie.

» La confection de ces types, commencée en 1844, n'a pu être achevée qu'en 1850; car il a fallu bien des essais; et certes elle n'aurait pu être exécutée hors des Gobelins, sans le concours de M. Decaux, sous-directeur des teintures, et de MM. les chefs d'atelier Deyrolle père, Laforest, Lebeau, François, chefs des ateliers des tapisseries et des tapis; enfin de M. Lebois, chef de l'atelier de teinture.

» Mais, le cercle une fois exécuté, il restait une condition essentielle à remplir : c'était de trouver des types invariables de nature, pour donner un caractère de certitude à ce cercle. C'est alors que j'eus recours à l'obligeance de MM. Becquerel père et fils; et c'est dans la chambre noire du Muséum que furent faites les comparaisons des gammes du cercle avec les raies du spectre de Fraunhofer; les détails de ces recherches sont dans le trente-troisième volume des Mémoires de l'Académie. Mais, si je connaissais depuis longtemps la justesse de la vue des artistes des Gobelins pour apprécier les couleurs et leurs tons, je ne m'attendais pas au résultat final de l'examen fait dans la chambre noire; le rouge du cercle qui, comme intermédiaire entre le jaune et le bleu, est mon point de départ, se trouvait si près du rouge du spectre que nous adoptâmes comme normal, que je ne balançai point à le prendre pour type d'un nouveau cercle. Le rouge choisi était un peu moins orangé que le premier.

» C'est alors qu'un deuxième cercle fut exécuté par M. Lebois; il me demanda par quelle couleur il devait commencer : je savais la difficulté sans avoir la conscience de la vaincre, je le laissai faire; mais, arrivé au jaune, il reconnut l'impossibilité de faire quelque chose de bien, et il n'hésita pas à en commencer un troisième par le jaune, c'est-à-dire à faire une gamme de jaune comprenant 20 tons du blanc au noir : cette fois, le résultat ayant été très-satisfaisant, le cercle fut définitif; c'est celui qui nous a servi à rapporter avec certitude 15 couleurs du cercle à 15 couleurs du spectre de Fraunhofer.

» Après avoir exécuté le cercle à la demande de M. l'Intendant de la liste civile, après des essais très-satisfaisants faits à Sèvres par M. Salvetat et sous le successeur de M. Alexandre Brongniart, M. Ebelmen, un ordre fut donné à la Manufacture de Sèvres de cesser les travaux concernant la réalisation des types des cercles chromatiques en porcelaine, et cette décision fut communiquée par le Ministre d'État qui l'avait prise dans une Lettre datée du 15 de février 1855 en réponse à une Lettre de M. le Président de la Chambre du Commerce de Lyon, qui réitérait, après la révolution de Février, la demande de types de couleurs en porcelaine de Sèvres par une Lettre du 15 de décembre 1854.

» Après ces faits, dont j'ai toutes les preuves entre les mains, je puis dire avec assurance à M. A. Gruyer, *il est faux que mes travaux sur les cercles chromatiques aient eu la moindre influence pour* ENTRAVER *l'art du tapissier des Gobelins*; car, conséquence de la conception *de la construction chromatique hémisphérique*, ils n'auraient jamais été exécutés sans la demande de

la Chambre de Commerce de Lyon, prise en considération par le Ministre du Commerce et par l'Intendant de la liste civile de 1844.

» Sans me préoccuper davantage de M. A. Gruyer, je rappellerai, dans une Communication prochaine, quelques faits relatifs à la vision des couleurs, et qui sont le résultat des travaux auxquels les cercles chromatiques ont donné lieu. Je parlerai ensuite de quelques-unes de leurs applications à des arts divers, et enfin j'exposerai quelques vues relatives à l'utilité dont les Gobelins pourraient être, eu égard à l'industrie des teintures et à un enseignement concernant l'arrangement des couleurs pour parler aux yeux.

« **M. Edm. Becquerel**, à l'appui des faits très-importants dont M. Chevreul vient d'entretenir l'Académie, et relatifs aux changements de nuances provenant de la concentration plus ou moins grande des rayons lumineux de même couleur, rappelle l'expérience suivante de M. Chevreul, que l'on répète aisément et qui est très-frappante :

» Si l'on introduit un faisceau de rayons solaires dans une chambre noire, et qu'après sa réfraction au travers d'un prisme on reçoive des rayons d'une réfrangibilité bien déterminée et par conséquent de même couleur sur une lentille convergente, si l'on place alors un écran en papier blanc à des distances diverses du foyer de la lentille, en comparant la nuance de l'image ainsi obtenue avec celle de la gamme chromatique éclairée par la lumière blanche, on reconnaît que cette nuance change avec la position de l'écran. En général les lumières violettes prennent du rouge en se dilatant, et au contraire tournent au bleu en se condensant; la lumière bleue prend du jaune en se dilatant; quant à la couleur rouge transmise par un verre coloré par le protoxyde de cuivre, en se dilatant elle présente d'abord le 5ème violet rouge, puis, en se dilatant davantage, le rouge. »

« **M. Milne Edwards**, à l'occasion de la Communication de M. Chevreul, ajoute qu'en ce moment un des imprimeurs-lithographes les plus habiles de Paris s'occupe, sous sa direction, de divers essais relatifs au perfectionnement du tirage en couleur des planches zoologiques, et que dans ce travail le cercle chromatique de M. Chevreul lui a été très-utile; les observations de ce savant sur les teintes rabattues et sur le contraste simultané trouvent aussi de nombreuses applications dans l'art de représenter fidèlement les objets d'histoire naturelle. Pour en tirer parti, il suffit de les comprendre. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'équation mécanique dont découle le théorème du viriel.* Note de **M. R. Clausius.**

« En 1870 j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie un théorème relatif à une quantité analogue au potentiel, que j'ai nommée *viriel* (*).

» Supposons donné un point matériel mobile m qui, au temps t, a pour coordonnées x, y, z, et qui est soumis à une force dont les composantes sont X, Y, Z. En partant des équations générales du mouvement, j'ai formé l'équation suivante (**) :

$$(1)\qquad \frac{m}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = -\frac{1}{2}Xx + \frac{m}{4}\frac{d^2(x^2)}{dt^2},$$

qui est valable aussi, sous la même forme, pour les coordonnées y et z. J'ai appliqué cette équation à un mouvement stationnaire, c'est-à-dire à un mouvement dans lequel la position et la vitesse du point ne changent pas toujours dans un même sens, mais restent comprises entre de certaines limites. Dans un tel mouvement, le coefficient différentiel $\frac{d^2(x^2)}{dt^2}$ a pour valeur moyenne zéro; si donc on désigne les valeurs moyennes des deux autres quantités en surmontant d'un trait horizontal les expressions qui représentent leurs valeurs variables, l'équation (1) devient

$$(2)\qquad \frac{m}{2}\overline{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2} = -\frac{1}{2}\overline{Xx}.$$

» Cette équation peut s'étendre immédiatement aux trois coordonnées et à un système d'un nombre quelconque de points matériels, et donne, si v désigne la vitesse d'un de ces points, l'équation

$$(3)\qquad \sum \frac{m}{2}\overline{v^2} = -\frac{1}{2}\sum\overline{(Xx + Yy + Zz)} \quad (^{***}).$$

» J'ai nommé la quantité qui figure dans le second membre de cette équation le *viriel* du système de points, ce qui m'a permis d'exprimer le sens de l'équation par ce théorème : *La force vive moyenne du système est égale à son viriel.*

» Dans les *Comptes rendus* du 29 juillet, M. Yvon Villarceau a publié un

---

(*) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1314.

(**) Page 1318 de mon Article.

(***) Dans mon Article de 1870, le Σ est omis dans le second membre par suite d'une faute d'impression à la page 1319; mais on trouve la même équation avec ce Σ à la page 1316.

article intéressant, dans lequel il donne, en désignant par r le rayon vecteur du point m, l'équation suivante, dans laquelle j'ai seulement introduit, pour la facilité de la comparaison, le facteur $\frac{1}{2}$:

$$(4)\qquad \sum \frac{m}{2} v^2 = \frac{1}{4} \frac{d^2 \Sigma m r^2}{dt^2} - \frac{1}{2} \sum (\mathrm{X}x + \mathrm{Y}y + \mathrm{Z}z).$$

Il distingue alors les forces auxquelles les points sont soumis en forces mutuelles et en forces extérieures au système. Il désigne par f la force, supposée attractive, que les deux masses m et m' exercent l'une sur l'autre, et par Δ leur distance mutuelle, et applique les lettres X, Y, Z aux seules forces extérieures. Par cette distinction, le dernier terme de l'équation (4) se décompose en deux termes, et l'équation devient

$$(5)\qquad \sum \frac{m}{2} v^2 = \frac{1}{4} \frac{d^2 \Sigma m r^2}{dt^2} + \frac{1}{2} \sum f\Delta - \frac{1}{2} \sum (\mathrm{X}x + \mathrm{Y}y + \mathrm{Z}z).$$

» En comparant le théorème qui est exprimé par cette équation avec le mien, M. Yvon Villarceau dit :

« Il nous semble que ces deux théorèmes ne sauraient être confondus; car, dans l'un, il s'agit de la force vive *moyenne*, tandis que, dans l'autre, figure la force vive réelle; la même considération s'applique au *viriel* et à la quantité dont le viriel est la valeur moyenne : les termes $\frac{1}{4} \frac{d^2 \Sigma m r^2}{dt^2} + \frac{1}{2} \sum f\Delta$ ont disparu du théorème de M. Clausius, par suite de l'emploi des moyennes et autres considérations. Le nouveau théorème présente donc une généralité qui manque à celui de M. Clausius. »

» Je ne puis me ranger à cet avis de l'éminent savant.

» Je ne sais pour quelle raison il dit que le terme $\frac{1}{2} \sum f\Delta$ a disparu de mon théorème. Dans mon équation (3), les lettres X, Y, Z ne désignent pas seulement les composantes des forces *extérieures*, mais les composantes de *toutes les forces* auxquelles les points sont soumis. J'ai considéré moi-même le cas où les points matériels exercent les uns sur les autres des forces attractives ou répulsives, et j'ai donné, pour le viriel qui se rapporte à ces forces, une expression qui correspond complétement à celle de M. Yvon Villarceau. J'avais désigné par r la distance des deux points m et m'; mais, comme M. Yvon Villarceau a employé la lettre r pour désigner le rayon vecteur d'un point m, je vais me servir, pour représenter la distance mutuelle de deux points, de la lettre s, sans apporter du reste aucune autre modification dans mes formules. En représentant l'action mutuelle qui

s'exerce entre les points m et m' par la fonction $\varphi(s)$, que j'ai supposée positive ou négative selon que la force est attractive ou répulsive, j'ai donné pour le viriel relatif aux forces mutuelles la formule

$$\frac{1}{2}\sum \overline{s\varphi(s)}.$$

» En appliquant mon théorème à la chaleur, j'ai séparé le viriel en deux parties, dont l'une se rapporte aux forces intérieures et l'autre aux forces extérieures, et que j'ai nommées le *viriel intérieur* et le *viriel extérieur*. Pour un corps quelconque qui est soumis à une pression uniforme et normale à sa surface, comme seule force extérieure, j'ai donné, en désignant par v le volume du corps, par p la pression et par h la force vive du mouvement que nous nommons chaleur, l'équation suivante :

$$h = \frac{1}{2}\sum s\varphi(s) + \frac{3}{2}pv, \tag{6}$$

où le viriel intérieur et le viriel extérieur se trouvent l'un à côté de l'autre. Le terme qui se rapporte aux forces mutuelles n'a donc pas disparu de mon théorème, mais y joue au contraire un rôle important.

» Quant au coefficient différentiel $\frac{d^2\Sigma mr^2}{dt^2}$, il ne se trouve pas dans mon équation (3), mais le coefficient différentiel analogue $m\frac{d^2(x^2)}{d^2}$ se trouve bien dans mon équation (1) qui, sous la même forme, est valable pour chaque coordonnée et pour chaque point matériel. Comme cette dernière équation n'est pas mentionnée dans l'exposition même du théorème sur le viriel, mais dans sa démonstration qui est placée à la fin de mon article, il est possible qu'elle ait échappé à l'attention de M. Yvon Villarceau, et je ne doute pas que ce savant distingué ne concède lui-même qu'il y a, entre les équations (1) et (4), la même analogie qu'entre les équations (2) et (3), dont j'ai donné la dernière comme conséquence immédiate de la première.

» On peut même dire qu'un théorème qui donne l'équation comme valable pour chaque point et pour chaque coordonnée séparément est plus général que celui qui la donne comme valable pour les trois coordonnées prises ensemble et pour le système tout entier des points ; car le premier théorème renferme le second comme conséquence nécessaire, mais le second ne renferme pas le premier.

» Comme M. Yvon Villarceau, par sa belle exposition, a attiré l'attention de l'Académie sur les diverses formes qu'on peut donner à l'équation dont il s'agit, je me permets d'ajouter encore quelques autres formes qui, en

partie, sont moins évidentes au premier abord, mais pourtant faciles à démontrer, et qui pourront être utiles dans certaines recherches.

» Décomposons la force qui agit sur un point m en deux composantes suivant le rayon vecteur et la direction normale à celui-ci, et désignons la première composante par R, en considérant comme positif le sens vers l'origine des coordonnées; alors nous aurons

$$Xx + Yy + Zz = -Rr,$$

et l'équation que l'on obtient en étendant (1) aux trois coordonnées prend la forme suivante :

$$(7) \qquad \frac{m}{2} v^2 = \frac{1}{2} Rr + \frac{m}{4} \frac{d^2(r^2)}{dt^2};$$

d'où il suit, pour le système entier de points,

$$(8) \qquad \sum \frac{m}{2} v^2 = \frac{1}{2} \sum Rr + \frac{1}{4} \frac{d^2 \Sigma m r^2}{dt^2}.$$

» A présent, considérons deux points matériels m et m', dont la distance est s. Décomposons les deux forces qui agissent sur ces points chacune en deux composantes, suivant la direction s et la direction normale à s, et désignons les premières composantes par S et S', en considérant, pour chaque point, comme positif le sens vers l'autre point. Introduisons, de plus, la vitesse relative u des deux points l'un par rapport à l'autre, en posant

$$u^2 = \left(\frac{dx'}{dt} - \frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy'}{dt} - \frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz'}{dt} - \frac{dz}{dt}\right)^2.$$

Alors nous pourrons former, pour ces deux points, l'équation suivante, qui est analogue à (7) :

$$(9) \qquad u^2 = \left(\frac{S}{m} + \frac{S'}{m'}\right) s + \frac{1}{2} \frac{d^2(s^2)}{dt^2}.$$

En multipliant cette équation par mm' et l'étendant au système entier des points, nous obtenons

$$(10) \qquad \sum mm'u^2 = \sum (m'S + mS') s + \frac{1}{2} \frac{d^2 \Sigma mm' s^2}{dt^2},$$

où les trois sommes se rapportent à toutes les combinaisons deux à deux des points donnés.

» Entre les trois sommes de cette dernière équation et celles de l'équation (8), il y a des relations très-simples. Soient x_1, y_1, z_1 les coordonnées

du centre de gravité du système de points matériels, r_1 sa distance à l'origine des coordonnées, v_1 sa vitesse et M la masse totale du système ou la somme Σm; alors on aura

$$(11)\qquad \Sigma mm's^2 = \mathrm{M}\Sigma mr^2 - \mathrm{M}^2 r_1^2,$$

$$(12)\qquad \Sigma mm'u^2 = \mathrm{M}\Sigma mv^2 - \mathrm{M}^2 v_1^2,$$

$$(13)\qquad \Sigma(m'\mathrm{S} + m\mathrm{S}')s = \mathrm{M}\Sigma \mathrm{R}r + \mathrm{M}(x_1\Sigma\mathrm{X} + y_1\Sigma\mathrm{Y} + z_1\Sigma\mathrm{Z}),$$

où les sommes du côté droit se rapportent à tous les points du système, et les sommes du côté gauche à toutes les combinaisons deux à deux des points.

» Au moyen de ces équations, on peut donner à l'équation (8) ou (10) diverses formes. Éliminons, par exemple, à l'aide de l'équation (13), la première somme du second membre de l'équation (10); on obtient

$$(14)\qquad \frac{1}{2\mathrm{M}}\Sigma mm'u^2 = \tfrac{1}{2}\Sigma \mathrm{R}r + \tfrac{1}{2}(x_1\Sigma\mathrm{X} + y_1\Sigma\mathrm{Y} + z_1\Sigma\mathrm{Z}) + \frac{1}{4\mathrm{M}}\frac{d^2\Sigma mm's^2}{dt^2}.$$

Cette équation se simplifie dans des cas importants. Si les forces sont telles que l'on ait

$$\Sigma\mathrm{X} = 0,\quad \Sigma\mathrm{Y} = 0,\quad \Sigma\mathrm{Z} = 0,$$

le terme qui se rapporte au centre de gravité s'évanouit. Si l'on suppose, encore plus spécialement, que les seules forces qui agissent dans le système soient des attractions et des répulsions entre les points mêmes du système, représentées par $\varphi(s)$, on aura

$$(15)\qquad \Sigma \mathrm{R}r = \frac{1}{\mathrm{M}}\Sigma(m'\mathrm{S} + m\mathrm{S}')s = \Sigma s\varphi(s);$$

d'où il suit

$$(16)\qquad \frac{1}{2\mathrm{M}}\Sigma mm'u^2 = \tfrac{1}{2}\Sigma s\varphi(s) + \frac{1}{4\mathrm{M}}\frac{d^2\Sigma mm's^2}{dt^2}.$$

» Quand le mouvement est stationnaire, on peut, dans toutes les équations (7), (8), (9), (10), (14) et (16), supprimer le coefficient différentiel du second ordre, en surmontant les autres termes de traits horizontaux. »

HYDRAULIQUE. — *Théorie de plusieurs systèmes d'écluses de navigation.* Note de **M. A. de Caligny.**

Les savants qui se sont occupés d'épargner l'eau dans les écluses de navigation, en transvasant le liquide de diverses manières, avaient généralement proposé de le faire entrer ou sortir par un orifice latéral, disposé au

milieu de la longueur de l'écluse. Il en résultait un étranglement, quand il y avait de grands bateaux chargés, soit au commencement du remplissage, soit à la fin de la vidange. Cet inconvénient peut être atténué, selon moi, quand on fait déboucher l'orifice dont il s'agit à l'une des extrémités de l'écluse, et surtout dans l'enclave des portes d'aval. Il faut encore, il est vrai, que l'eau passe au commencement du remplissage, ou à la fin de la vidange dans l'espace rétréci que laissent dans l'écluse les bateaux chargés; mais la lame d'eau trouve au moins devant elle toute la largeur de l'écluse, plus toute la section restée libre entre les parois du bateau et les bajoyers; enfin les formes de la poupe et de la proue du bateau sont favorables au passage de la veine liquide.

» Avant d'établir une comparaison entre divers systèmes que j'ai proposés pour remplir et vider les écluses au moyen d'oscillations dans des tuyaux de conduite, il est intéressant d'étudier les phénomènes du mouvement de l'eau à son entrée dans l'écluse et à sa sortie. Il est convenable de donner la plus grande section possible à l'orifice disposé dans l'enclave des portes d'aval. Je suppose donc que la largeur de cet orifice ne diffère pas beaucoup de la moitié de la largeur de l'écluse. S'il n'y avait pas de bateau et que l'écluse fût un canal débouchant toujours dans le bief inférieur, les phénomènes du mouvement de l'eau à son entrée dans le sas auraient une grande analogie avec ce qui se présente dans les canaux qui amènent l'eau à divers moulins du département de Seine-et-Oise. Il arrive quelquefois que, lorsque ces moulins ne marchent pas, l'eau sort latéralement du canal d'arrivée par un bout de canal à peu près perpendiculaire à la direction du premier, qui est alors bouché transversalement par une planche verticale formant, avec ce canal de décharge, un angle vif différant peu d'un droit. On voit, dans ce cas, le liquide du canal d'arrivée former dans le coude dont il s'agit une sorte de *veine contractée* qui se dilate ensuite graduellement dans le canal de décharge. On va voir que ce détail est utile pour l'étude du mouvement de l'eau dans l'espèce de coude à angle droit vif, formé, dans le cas dont il s'agit, par le fond du sas, par les portes d'aval et par le bajoyer opposé.

» On ne connaît, sur les coudes à angle droit vif, que des expériences de Venturi et de S'gravesande. Celle de S'gravesande n'est pas tout à fait dans les mêmes conditions, mais il est utile de la citer comme venant à l'appui de la première. Il en résulte que la résistance dans les tuyaux coudés à angle droit vif peut être représentée, à peu près, au moins dans les circonstances analogues à celles de ces expériences par la hauteur d'une

colonne liquide égale à une fois et demie la hauteur due à ce qui reste de la vitesse moyenne à la sortie du tuyau coudé. Ce résultat dépend, il est vrai, de la manière dont la veine liquide se comporte dans la partie du tuyau qui est en aval du coude. On conçoit que si cette partie est trop courte pour que la veine liquide puisse la remplir convenablement, cela est une cause d'augmentation de déchet, d'après la théorie des ajutages. Or, précisément sur la veine liquide, après son entrée dans l'écluse, il n'y a point de paroi recouvrant cette veine, ce qui empêche de profiter, d'une manière analogne, à ce qui se présente dans les ajutages cylindriques, du mouvement de l'eau qui remplit ces ajutages en aval de la *section contractée*. L'écluse formant la seconde branche d'un coude à angle droit vif, d'une largeur à peu près double de celle de l'orifice d'arrivée, quand il y a deux portes d'aval, il y a lieu de penser, malgré les tourbillons résultant de cette augmentation de largeur, que cela est une cause de diminution sensible dans la résistance de ce coude, et que cela peut tendre à compenser jusqu'à un certain point la cause d'augmentation de déchet dont je viens de parler. Cependant il semble prudent de ne pas supposer cette résistance moindre que pour un tuyau ordinaire ayant un coude à angle droit vif; d'autant plus que, en général, il faut tenir compte de ce que les portes d'aval présentent des angles qui sont une cause de déchet, et de ce que l'enclave opposée à l'orifice est encore une cause quelconque de flexion des filets liquides, excepté dans les écluses de petite navigation, où il n'y a qu'une seule porte d'aval. Mais alors le sas formant la seconde partie du coude peut être d'une largeur analogue à celle de la bouche du tuyau.

» J'ai supposé dans les considérations précédentes qu'il y avait un courant établi dans le sas, afin de pouvoir comparer le phénomène à ceux que j'ai observés dans le coude à angle droit d'un canal découvert. Dans cette hypothèse, la vitesse de sortie serait seulement perdue pour l'effet qu'on veut produire, tandis qu'elle devient un obstacle si l'on rétablit les choses telles qu'elles le sont réellement, en interceptant toute communication de l'écluse avec le bief d'aval pendant le remplissage. On sait, en effet, que si une masse d'eau s'introduit dans des circonstances analogues, elle tend à produire une onde du genre de celle que l'on nomme *solitaire*, l'inertie de l'eau résistant de manière à former un gonflement. Or, cela est nuisible à l'écoulement de l'eau qui rentre dans le sas, puisque cela est une cause de résistance sur l'orifice d'introduction. Si cette onde peut se promener d'une extrémité à l'autre de l'écluse, elle offre par son mouvement de retour une nouvelle cause de résistance. Supposons maintenant qu'il y ait

dans le sas un bateau chargé occupant la plus grande partie de la section de l'écluse ; il faudra tenir compte de ce que l'eau sera obligée de passer sous le bateau ou le long de ses flancs dans un espace d'abord assez resserré et dont la section augmentera il est vrai, quant à la partie qui est sous le bateau, à mesure que ce dernier montera. Il y a là une cause de résistance variable dont le calcul doit être d'autant plus difficile, qu'il faut tenir compte du frottement de l'eau contre les parois de l'écluse et contre le bateau lui-même.

» J'ai eu seulement pour but, dans l'exposé succinct des considérations précédentes, de faire voir comment le déchet provenant des mouvements de l'eau dans l'écluse peut être beaucoup plus important que le frottement de l'eau qui serait amenée dans le sas par un assez long tuyau de conduite d'un grand diamètre. Cela suffit pour montrer combien il est important de pouvoir évaser d'une manière graduelle et convenable l'extrémité de ce tuyau qui débouche dans le sas. On peut en conclure que son diamètre est limité plus qu'on ne le croirait peut-être au premier aperçu, si, pour éviter des étranglements immédiats, on ne peut le faire déboucher que dans l'enclave des portes d'aval. Il faut d'ailleurs ajouter aux résistances provenant du mouvement de l'eau à son entrée dans le sas, celles qui proviendront de la contraction de la veine liquide à l'époque de la vidange, en tenant compte des mouvements de l'eau dans l'écluse qui formera encore une des branches d'une sorte de coude à angle droit vif, d'une espèce, il est vrai, très-différente de celle qui résultait du mouvement dans l'autre sens. Si pour les petites écluses la section des deux branches du coude est analogue, celle qui alors sera en aval sera un tuyau, véritable ajutage. Enfin quand un bateau chargé descendant arrivera près du fond de l'écluse, la vitesse de l'eau autour de lui pourra être plus grande que celle de l'eau qui entrera dans le tuyau de conduite, et même, abstraction faite des frottements, il en résultera une cause évidente de mouvements compliqués et de déchet.

» Pour se former une idée de l'importance des considérations précédentes relativement au déchet provenant du frottement de l'eau dans le grand tuyau de conduite dont il s'agit, il suffit, en supposant même le coefficient des frottements de l'eau proportionnels aux carrés des vitesses aussi fort dans les tuyaux de conduite d'un grand diamètre que dans des expériences de Bossut sur des tuyaux d'un petit diamètre et d'une grande longueur, de rappeler que chaque longueur de quarante fois le diamètre peut absorber par son frottement une fois, à très-peu de chose près, la hauteur

due à ce qui reste de vitesse moyenne permanente à la sortie du tuyau, l'écoulement se faisant sous une hauteur d'eau constante.

» Il va maintenant être facile de fixer les idées sur l'importance relative que peuvent avoir, selon les circonstances, les divers systèmes d'écluses de navigation à colonnes liquides oscillantes que j'ai présentés, et dont l'un est appliqué avec succès à l'écluse de l'Aubois (1).

» Celui qui est en apparence le plus simple, et dont j'ai communiqué le principe à la Société Philomathique de Paris le 8 novembre 1845, consiste à établir alternativement la communication entre deux écluses de même hauteur et de mêmes dimensions, ou, si l'on veut, entre deux sas formant ce qu'on appelle une *écluse double*, au moyen d'un grand tuyau de conduite. Il est facile de voir que, dans ces conditions, si l'on vide une de ces écluses par une seule oscillation, cette même oscillation remplira l'autre écluse, sauf le déchet, le remplissage et la vidange de chaque écluse s'achevant par les moyens ordinaires. Or, la manœuvre serait plus simple et l'économie de la force motrice plus grande que dans le cas où une écluse se viderait aussi au moyen d'un grand tuyau de conduite dans un bassin de même section et de même hauteur qu'elle, si ce bassin n'avait point de portes et qu'il fallût une autre grande oscillation pour remplir ensuite le sas. En effet, la double écluse ayant des portes pour chaque sas, il n'est pas nécessaire que l'eau traverse deux fois le système pour chaque passage de bateau.

» Abstraction faite de la difficulté de faire communiquer convenablement les deux compartiments d'une écluse double, quand ils ne sont séparés que par un bajoyer, l'inconvénient de cette idée, si simple en apparence, consiste, relativement à la construction, en ce que, pour ouvrir et fermer le grand tuyau de conduite, on éprouverait plus de difficulté que si une des extrémités de ce tuyau débouchait au milieu d'un bassin latéral. En effet, on pourrait facilement établir une sorte de vanne cylindrique, ou plutôt de tube mobile ouvert à ses deux extrémités, venant se poser sur un siége disposé horizontalement à l'extrémité convenablement recourbée du

---

(1) J'ai communiqué à la Société Philomathique de Paris, le 28 mars 1846, un perfectionnement essentiel à l'écluse à flotteur et à double compartiment de Busby. J'ai cru longtemps que, sauf le capital de premier établissement, les écluses de ce genre avaient bien des chances d'épargner plus d'eau que les écluses à colonnes liquides oscillantes. Je ne le crois plus, du moins pour les écluses simples, depuis les expériences faites sur l'un de mes systèmes à l'écluse de l'Aubois par M. Vallès, inspecteur général des Ponts et Chaussées. Il n'en est pas moins intéressant de conserver la trace de plusieurs systèmes très-ingénieux.

tuyau de conduite dans ce bassin. Je rappellerai d'ailleurs, quant à ce détail de construction, que j'ai montré par expérience qu'on pouvait, au moyen de lames concentriques, réduire à très-peu de chose la résistance d'un coude à angle droit brusque, de manière à diminuer la profondeur des fondations. Il suffit, au reste, que le rayon intérieur d'un coude soit à peu près égal au diamètre du tuyau coudé pour que la *contraction* d'une espèce particulière dont j'ai parlé ci-dessus, comme étant la principale cause de la résistance dans les coudes à angle droit brusque, soit assez sensiblement supprimée.

» Dans les circonstances, sans doute assez rares, où l'on pourrait avoir, à la moitié environ de la hauteur du sas, un bassin d'épargne d'une assez grande largeur par rapport à la section de l'écluse, le travail en résistances passives pourrait être beaucoup diminué, toutes choses égales d'ailleurs. En effet, s'il avait une section dont la grandeur serait indéfinie, le centre de gravité de l'eau qui y entrerait ou en sortirait, jusqu'à ce que le niveau fût à la même hauteur dans l'écluse, descendrait d'une hauteur moitié moindre que si ce bassin avait une section égale à celle de cette écluse. Cela diminuerait beaucoup les vitesses, et par suite ce qu'on est convenu d'appeler résistances passives. On aurait de plus l'avantage d'augmenter la durée de l'oscillation, ce qui diminuerait pour les bateaux les inconvénients pouvant provenir d'oscillations trop rapides. Le déchet, s'il peut être supposé proportionnel aux carrés des vitesses, serait sensiblement, abstraction faite des bateaux, le même que pour le cas où il n'y aurait pas de bassin latéral, et où deux écluses communiqueraient, comme je l'ai dit ci-dessus, par un grand tuyau de conduite, de manière que ces écluses formassent les deux branches verticales d'un immense siphon renversé.

» Dans tous les cas, si l'on veut remplir ou vider une écluse par une seule grande oscillation, il paraît prudent de ne le faire qu'au moyen de deux grands tuyaux de conduite, débouchant à ses deux extrémités. L'enclave des portes d'aval est évidemment l'endroit le plus favorable pour y faire déboucher un de ces tuyaux; mais, à l'autre extrémité de l'écluse, il y a en général un espace plus ou moins grand qui reste libre, surtout à cause de la forme des bateaux.

» Ceux qui sont à vapeur et à hélice laissent d'ailleurs une certaine place derrière eux quand ils descendent. Si l'on emploie ainsi deux tuyaux de conduite, ils peuvent se réunir par leur autre extrémité dans un des bassins latéraux dont j'ai parlé ci-dessus; de sorte qu'une seule et même vanne cylindrique ou soupape annulaire peut servir à les faire fonctionner,

ce qui ne pourrait avoir lieu si c'étaient deux écluses qui communiquassent entre elles, comme je l'ai expliqué. Ces vannes cylindriques ou soupapes annulaires, que j'ai proposées pour ces grandes oscillations des écluses à la Société Philomathique, le 30 novembre 1844 (Voir le *compte rendu* de la Société Philomathique, séance du 4 janvier 1845), rendent toute espèce de coups de bélier impossible. Elles dispensent d'employer des tubes de sûreté, c'est-à-dire des tubes verticaux ouverts à leurs deux extrémités, qui seraient disposés dans le système ci-dessus d'écluses doubles, pour éviter les coups de bélier, si les sections transversales des tuyaux de communication étaient alternativement bouchées, et si l'on trouvait trop difficile de disposer ces soupapes annulaires dans des chambres latérales qui seraient une cause de déchet.

» J'ai démontré par la théorie et l'expérience, dès le début de mes recherches sur l'Hydraulique, que, si les vitesses ne sont pas trop petites, il y a en général de l'avantage à augmenter la longueur de la branche horizontale d'un siphon renversé, pour diminuer le travail en résistances passives dans les oscillations d'une colonne liquide, le diamètre de ce tuyau de conduite étant constant. Quand on peut ne tenir compte que des frottements proportionnels aux carrés des vitesses, l'augmentation de la longueur dont il s'agit compense en général sensiblement la diminution de frottement résultant de la diminution des carrés des vitesses de l'eau. Mais quand il y a une cause de résistance locale, telle qu'un coude, elle est évidemment diminuée, par suite de la diminution des vitesses résultant de l'augmentation de cette longueur. Or, si les tuyaux de conduite ne sont pas d'une assez grande longueur, il résulte de ce que j'ai dit ci-dessus que les frottements sont bien moindres que les autres causes de déchet. Il est donc très-important de donner à ces tuyaux de conduite une longueur qui ne sera guère limitée que par la dépense en capital de premier établissement. Je n'ai même, par cette raison, proposé de remplir ou de vider les écluses par une seule oscillation que pour les écluses les plus petites qui soient employées, et qui, n'ayant d'ailleurs qu'une seule porte d'aval, laissent de ce côté un espace libre relativement plus considérable que les grandes écluses. Quant aux inconvénients pouvant résulter pour les bateaux d'une trop grande vitesse de remplissage, il serait intéressant de rappeler comment la durée de l'oscillation augmente avec la racine carrée de la longueur d'un tuyau de conduite d'une section donnée. En général, ce tuyau ne sera pas circulaire, au moins dans toute son étendue, surtout quand il ne sera pas en fonte. On en tiendra compte dans le calcul de cette durée.

Je renvoie pour les calculs de ce genre à mes anciens Mémoires, cités plus loin avec quelques développements qui permettent de calculer la durée des oscillations dans des siphons de diverses espèces mentionnés dans cette Note, abstraction faite, il est vrai, des résistances passives, qui, dans des limites assez étendues, ne changent pas bien sensiblement la durée des oscillations. Il suffit de dire que l'essentiel se réduit en général à déterminer les ordonnées d'une ellipse, l'étendue de cette Note ne permettant pas d'autres développements.

» On diminue considérablement le déchet en employant des bassins d'épargne étagés, comme on le sait depuis longtemps par expérience. On peut le réduire à très-peu de chose, en diminuant le nombre des bassins d'épargne, si l'écluse est en communication avec ces bassins par des tuyaux de conduite du genre de ceux dont j'ai parlé dans cette Note. Il est difficile, comme je l'ai dit ci-dessus, de faire dans l'état actuel de nos connaissances des calculs bien satisfaisants sur ce déchet, quand ces tuyaux de conduite n'ont pas une très-grande longueur. Mais si, afin de se former une idée générale de la marche des résultats, on fait pour un moment abstraction de la présence des bateaux dans l'écluse, et que la section de ces bassins d'épargne soit égale à celle de cette écluse, on trouve, pour certaines conditions, que le déchet total sera à peu près en raison inverse du carré du nombre de ces bassins. Quant à l'exécution, elle paraît au moins très-facile au moyen de tuyaux bifurqués, quand il n'y aura que deux bassins (1).

» L'épargne sera d'autant plus grande que la section de chacun de ces bassins sera plus considérable. On ne pourrait même penser à leur donner une section moindre que celle de l'écluse que si la localité ne permettait pas de faire autrement.

» J'ai publié dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, t. III, première série, page 209 et suivantes, et dans le tome VI, même série, page 89 et suivantes, une formule, au moyen de laquelle je détermine le travail en résistances passives, proportionnelles aux carrés des vitesses dans un long tuyau de conduite recourbé verticalement, dont l'extrémité horizontale débouche dans un réservoir de sections indéfinies. La même

(1) Je ne connais pas d'expérience sur le déchet pouvant provenir des mouvements de l'eau sur l'espèce d'éperon résultant de la bifurcation, sous un angle assez aigu, d'un tuyau dont une des branches serait alternativement bouchée; mais, d'après une observation récente sur un canal découvert, j'ai lieu de croire ce déchet assez faible.

formule peut servir pour les siphons renversés à branches verticales, même quand elles ont des sections très-différentes l'une de l'autre, quoique celle de chaque branche soit constante quant à la partie où l'on considère l'oscillation de l'eau, le niveau au-dessus et au-dessous duquel le chemin parcouru est compté étant celui où le liquide est à la même hauteur dans les deux branches. On peut ainsi calculer la hauteur ou la profondeur obtenue dans chaque branche verticale, quand la branche horizontale est assez longue par rapport aux deux autres (1).

» Je crois qu'il est utile, non-seulement de conserver la trace de ces divers systèmes d'écluses, mais de les coordonner de manière à pouvoir fixer les idées sur leur degré d'utilité, du moins dans quelques circonstances particulières. Je leur préfère, pour la plupart des applications, le système de mon invention appliqué à l'écluse de l'Aubois. Mais il m'a paru d'autant plus opportun, pour éviter tout malentendu, de les discuter, au moins d'une manière succincte, qu'ils ont attiré dernièrement l'attention de plusieurs ingénieurs distingués, à cause de la grande simplicité de la manœuvre de ces systèmes et du peu de déchet auquel il est facile de démontrer qu'ils doivent donner lieu, si les tuyaux de conduite ont une assez grande longueur.

» L'appareil appliqué à l'écluse de l'Aubois, et sur lequel un rapport avorable a été fait à l'Académie des Sciences, le 18 janvier 1869, par MM. Combes, Phillips et de Saint-Venant rapporteur, à l'occasion des expériences de M. Vallès, offre, entre autres avantages, celui de permettre de diminuer presque indéfiniment le déchet, en augmentant le nombre des périodes de l'appareil; ce nombre est, il est vrai, limité par le déchet qui résulte des mouvements dans les tubes verticaux d'une très-petite section d'ailleurs par rapport à celle de l'écluse. Je reviendrai sur ces avantages. »

---

(1) Le travail de la pesanteur, abstraction faite des résistances passives, est le même et varie de la même manière, selon le chemin parcouru, que si l'on avait à produire deux oscillations séparées, chaque branche verticale étant disposée sur l'extrémité d'un tuyau horizontal de mêmes dimensions que la branche horizontale du siphon renversé, et chacun de ces tuyaux débouchant par son autre extrémité dans un réservoir dont le niveau, sensiblement constant, serait à la hauteur du niveau d'équilibre dans les deux branches du siphon dont il s'agit.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline : Aluns* [*suite* (1)]; *par* **MM. P.-A. Favre** *et* **C.-A. Valson.**

« En partant des aluns, pris à l'état anhydre, nous avons obtenu des résultats dont nous allons compléter l'interprétation.

» Rappelons d'abord que nous avons été conduits, par la discussion de la densité de l'alun d'aluminium et de potassium, et par la plus grande fixité du sulfate d'ammonium dans l'alun d'aluminium et d'ammonium, à admettre que les sels constituants se trouvaient, dans les aluns desséchés, à un certain état d'association. On est porté à croire qu'il en est de même pour les autres aluns.

» Nous pouvons encore ajouter les remarques suivantes :

» 1° L'alun de chrome et de potassium calciné, étant ensuite traité par l'eau, lui abandonne du sulfate de potassium, tandis que le sulfate de sesquioxyde de chrome vert reste tout à fait insoluble. Il semble donc que l'eau dissocie les éléments salins que la chaleur n'a pas pu dissocier.

» 2° Les solutions des aluns de chrome violets, devenant vertes sous l'influence de la chaleur, et subissant par conséquent une transformation, présentent, comme nous le verrons plus loin, une densité moindre. On peut se demander si la densité trouvée pour les aluns de chrome violets calcinés, et qui passent au vert pendant cette calcination, n'est pas la densité de ces aluns transformés et secs.

» 3° Rien ne prouve qu'il n'en soit pas de même pour les autres aluns calcinés.

» Nous nous occuperons maintenant des aluns cristallisés à vingt-quatre équivalents d'eau.

» Nous avons opéré sur de beaux cristaux dont les arêtes avaient 1 centimètre de longueur environ, et nous n'avons pas employé moins de 20 à 25 grammes de cristaux dans chaque expérience.

» Le tableau suivant renferme les résultats fournis par l'observation et ceux que nous en avons déduits par le calcul ; la disposition est analogue à celle du tableau II de notre précédente Communication (2) où nous avons expliqué la signification des diverses lettres employées.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 7 octobre 1872.

(2) Séance du 7 octobre 1872.

TABLEAU III.

FORMULES.	POIDS équivalents P	DENSITÉS à l'état solide D	VOLUMES équivalents $V_1 = \frac{P}{D}$	d	v_1	$V_1 - v_1$	$\frac{V_1 - v_1}{V_1}$
$SO^4\left(\frac{3Al\frac{2}{3},K}{4}\right) + 6HO$...	118,62	1,745	67,98	1,0565	58,81	9,17	0,135
$SO^4\left(\frac{3Al\frac{2}{3},Am}{4}\right) + 6HO$...	113,33	1,634	69,36	1,0497	60,62	8,74	0,126
$SO^4\left(\frac{3Fe\frac{2}{3},K}{4}\right) + 6HO$ (*)	125,78	1,827	68,84	1,0569	65,18	3,66	0,053
$SO^4\left(\frac{3Fe\frac{2}{3},Am}{4}\right) + 6HO$...	120,50	1,712	70,38	1,0508	66,35	4,03	0,057
$SO^4\left(\frac{3Cr\frac{2}{3},K}{4}\right) + 6HO$...	125,12	1,816	68,90	1,0604	61,04	7,86	0,114
$SO^4\left(\frac{3Cr\frac{2}{3},Am}{4}\right) + 6HO$...	119,87	1,697	70,64	1,0538	62,70	7,94	0,112
$SO^4, Al\frac{2}{3} + 6HO$...	111,17	1,767	62,90	1,0539	54,34	8,56	0,136

(*) Les nombres incrits dans la ligne de l'alun de fer et de potassium, et que nous n'avons pas encore obtenus directement, ont été calculés en étendant à cet alun les relations constatées par l'expérience, pour les autres aluns, entre leurs sels constituants.

» Dans la colonne d sont inscrites les densités des solutions obtenues en faisant dissoudre un équivalent de sel hydraté dans un litre d'eau. Par le fait de la dissolution, le volume primitif du liquide éprouve des accroissements qui sont inscrits dans la colonne v_1; la colonne $V_1 - v_1$ renferme les nombres qui expriment les contractions apparentes subies par le volume V_1 du sel pendant la dissolution; enfin, dans la colonne $\frac{V_1 - v_1}{V_1}$ se trouvent les coefficients de contraction rapportés à l'unité de volume.

» Les valeurs de V_1 donnent lieu à une première remarque. Elles sont peu différentes les unes des autres, de sorte qu'on peut énoncer la proposition suivante :

» Le volume moléculaire des aluns cristallisés, qui sont tous isomorphes, reste assez sensiblement le même, quels que soient les éléments métalliques contenus. En admettant que les écarts que présentent les valeurs de V_1 appartiennent à l'ordre des perturbations et en négligeant ces écarts, il sera permis de considérer les aluns comme des édifices composés d'un nombre égal d'assises moléculaires et dont la structure et les dimensions sont sensiblement les mêmes; de telle sorte que, lorsqu'on passe d'un

alun à un autre, une ou deux de ces assises sont remplacées par d'autres assises, mais sans que rien soit changé d'une manière bien sensible dans la structure et dans les dimensions géométriques de cet édifice. Les nouveaux éléments substitués peuvent bien différer par la couleur, par la densité et même par leur volume, mais ils sont sensiblement équivalents, au point de vue de leurs actions moléculaires, dans l'ensemble du système dont ils font partie.

» Quant à l'interprétation des petites différences que présentent les valeurs de V_1, on peut en conclure que l'échange du fer et du chrome n'apporte pas de changement sensible dans le volume de l'édifice, mais que la substitution de l'aluminium à l'un ou à l'autre de ces deux métaux produit une légère diminution de volume, lequel présenterait en quelque sorte une certaine élasticité. La substitution de l'ammonium au potassium entraîne, au contraire, une petite augmentation de volume, qui reste à peu près la même pour les aluns d'aluminium et pour les aluns de chrome.

» Ajoutons encore que le volume moléculaire du sulfate d'aluminium, cristallisé également avec 6 équivalents d'eau, diffère notablement du volume moléculaire de chacun des aluns; mais il faut remarquer que le premier sel ne cristallise pas de la même manière.

» Les valeurs de $V_1 - v_1$ mesurent la contraction que font éprouver à l'eau les sels hydratés, pendant leur dissolution; si on les retranche des valeurs $V - v$ contenues dans le tableau II (1) qui mesurent la contraction que les sels anhydres font éprouver à l'eau, on a des différences qui mesurent la partie de la contraction relative à la formation des cristaux. Dans le cas de l'alun aluminopotassique, par exemple, on a $V - v = 19,86$ et $V_1 - v_1 = 9,17$; la différence de ces deux nombres est 10,69, et surpasse, par conséquent, la valeur de $V_1 - v_1$, de sorte que la contraction relative à la formation du cristal est plus grande que la contraction produite par la dissolution du sel hydraté. Nous avons trouvé précédemment que l'inverse avait lieu pour le sulfate de sodium, ce qui tient moins à l'inégale proportion d'eau de cristallisation, dans les deux cas, qu'à l'influence de la forme cristalline sur le phénomène de contraction.

» La comparaison des valeurs V_1 et v_1 donne lieu à une autre remarque.

» La différence $V_1 - v_1$ reste sensiblement constante et égale à 54, nombre qui correspond aux 6 équivalents d'eau que renferment les aluns. On en conclut, ce à quoi l'on devait s'attendre tout naturellement, que, lorsqu'on fait dissoudre un alun cristallisé, le volume définitif de la solu-

(1) Séance du 7 octobre 1872, p. 801.

tion est le même que si l'on eût d'abord fait dissoudre l'alun anhydre, et qu'on eût ensuite simplement ajouté une quantité d'eau équivalente à celle que renferme l'alun cristallisé.

» Les aluns de chrome donnent lieu à une autre remarque : on sait que ces sels, en dissolution, sont modifiés sous l'influence de la chaleur, puisque, portés à une température voisine de l'ébullition, ils passent du violet au vert, et que ce changement d'aspect est accompagné d'un changement de constitution que nous avons signalé dans la première partie de notre travail sur les aluns (*Comptes rendus de l'Académie*, séance du 15 avril 1872) (1).

» Une modification correspondante existe pour les effets de coercition que produisent ces aluns ainsi transformés. Deux solutions normales ont été préparées avec les deux aluns violets de chrome; ces solutions, chauffées en vase clos à la température de l'ébullition, sont devenues vertes, et leurs densités, prises à la température de 22 degrés environ, ont été trouvées égales à 1,0572 et 1,0492, nombres notablement différents de 1,0604 et 1,0538, obtenus avec les dissolutions violettes avant l'action de la chaleur. La comparaison de ces nombres montre que la transformation des aluns violets est accompagnée d'une diminution dans la densité de leurs solutions, diminution qui est à peu près la même pour les deux aluns, et qui semble accuser une action coercitive moindre de la part de ces aluns transformés. En effet, tandis que les contractions désignées par $V_1 - v_1$ étaient de 7,86 et de 7,94 pour les deux aluns violets, les contractions finales, calculées d'une manière indirecte pour les solutions des aluns de chrome devenues vertes, ne sont plus que de 4,64 et 3,28 (2).

» Les nombres relatifs aux solutions normales permettent d'étendre aux

---

(1) Nous aurions pu faire remarquer, en parlant de la précipitation des aluns de chrome violets par le chlorure de baryum, que le sesquichlorure de chrome qui prend naissance, et qui correspond au sulfate de chrome contenu dans ces aluns, est également violet, observation qui n'est pas sans intérêt, si l'on se rappelle la grande insolubilité du sesquichlorure de chrome anhydre violet préparé par voie sèche.

(2) Au sujet de cette transformation, nous ajouterons les remarques suivantes :

1° Les éléments salins constituants des aluns de chrome étant dissociés sous l'influence de l'eau, ainsi que nous l'avons établi pour ces aluns comme pour tous les sels doubles, le sulfate de sesquioxyde de chrome est seul modifié par l'action de la chaleur, et il se transforme en sulfate de sulfochromyle; c'est donc ce dernier sel qui exerce une action coercitive moindre sur l'eau, ou qui présente une densité moindre que celle du sulfate de sesquioxyde de chrome violet.

2° Les aluns de fer pourraient bien subir à froid, sous l'influence de l'eau, la même transformation que les aluns précités subissent sous la double influence de l'eau et de la chaleur. C'est ce qui semble, jusqu'à un certain point, découler de l'interprétation des phénomènes ther-

sels de sesquioxyde et aux sels doubles, aux aluns, par exemple, les relations déjà vérifiées pour les autres sels, en ce qui concerne les modules des densités et des hauteurs capillaires (*Comptes rendus* de l'Académie, séance du 9 mai 1870, et séance du 17 août 1871). Ainsi, pour les aluns comme pour les autres sels, en considérant diverses solutions normales différant par la substitution d'une base isomorphe à une autre, chaque molécule nouvelle détermine dans la densité et dans la hauteur capillaire du liquide des variations qui dépendent uniquement de la nature de cette molécule et qui sont indépendantes des actions du même ordre exercées par les autres molécules en présence.

» La discussion des résultats inscrits dans le tableau II (1) (*voir* les colonnes qui portent le titre : *Solutions normales*) conduit à adopter les *modules* suivants, en prenant le sulfate d'ammoniaque comme point de départ :

TABLEAU IV.

	MODULES des densités.	MODULES capillaires.
Ammonium (Am)................	0,0000	0,0
Potassium (K)....................	0,0284	1,5
Aluminium (Al $\frac{2}{3}$)...............	0,0190	1,7
Fer (Fe $\frac{2}{3}$)......................	0,0209	1,9
Chrome (Cr $\frac{2}{3}$)..................	0,0252	2,0

» Les modules des densités sont les nombres qu'il faut ajouter à la den-

---

miques signalés précédemment, et qui accompagnent la dissolution des aluns de fer. C'est ce qui pourrait aussi résulter de la comparaison des nombres $V_1 - v_1$, qui mesurent les effets de contraction. En effet, les nombres 4,64 et 3,28 obtenus pour les solutions vertes des aluns de chrome se rapprochent beaucoup du nombre 4,03 (*voir* plus haut le tableau), qui mesure la contraction produite dans la dissolution à froid de l'alun de fer et d'ammonium, et du nombre 3,66, calculé théoriquement pour l'alun de fer et de potassium.

La précipitation complète de l'acide sulfurique des aluns de fer par le chlorure de baryum ne s'oppose nullement à cette manière de considérer l'action de l'eau sur ces aluns.

Enfin nous ajouterons que les cristaux de l'alun de fer et de potassium nous ont toujours donné des solutions fortement colorées et incapables de régénérer les cristaux par évaporation. Nous n'avons pu les obtenir qu'au sein d'un liquide devenu presque incolore et amené à un état de viscosité très-prononcé; de telle sorte que l'action modifiante de l'eau semblait ne plus pouvoir s'exercer.

(1) Séance du 7 octobre 1872, p. 801.

sité 1,0378 de la solution normale de sulfate d'ammoniaque pour avoir les densités des solutions normales des divers sels. Les *modules capillaires* sont les nombres qu'il faut retrancher de la hauteur 59,7, qui correspond à la solution normale de sulfate d'ammoniaque, pour obtenir les hauteurs capillaires des solutions normales des autres sels. Le tableau suivant montre la concordance qui existe entre les résultats observés et les résultats calculés au moyen des modules ci-dessus.

SOLUTIONS NORMALES des aluns.	DENSITÉ calculée.	DENSITÉ observée.	HAUTEUR calculée.	HAUTEUR observée.
Alumino-potassique.............	1,0591	1,0595	58,0	58,0
Alumino-ammonique...........	1,0520	1,0521	58,4	58,4
Ferrico-potassique..............	1,0606	1,060	57,9	57,8
Ferrico-ammonique.............	1,0535	1,0535	58,3	58,3
Chromo-potassique.............	1,0638	1,0636	57,8	57,9
Chromo-ammonique............	1,0567	1,0567	58,2	58,2

» Ajoutons encore une remarque. Si l'on fait, pour chaque solution, le produit de la densité par la hauteur capillaire, on obtient des nombres qui sont inscrits dans la colonne *dh* du tableau II (1) et qui sont sensiblement les mêmes pour tous les aluns. C'est l'extension de la relation à laquelle satisfont généralement les solutions normales des sels. (*Comptes rendus* de l'Académie, séance du 8 janvier 1872.)

» Les expériences thermiques ont déjà établi que les sels doubles, et les aluns en particulier, ne pouvaient pas subsister en présence de l'eau, mais qu'ils se dédoublaient en leurs sels constituants. C'est aussi ce qui résulte de nos nouvelles expériences concernant les modules des densités et des hauteurs capillaires. En effet, d'après ce que nous avons vu, on retrouve toujours les mêmes nombres pour la densité ou la hauteur capillaire des solutions des aluns, soit qu'on les détermine directement par l'expérience en dissolvant les aluns, soit qu'on les calcule en partant des nombres fournis par la dissolution de chacun de leurs sels constituants. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les phénomènes de fermentation et leurs rapports avec la Physiologie pathologique, à propos des études récentes de* M. F. Monoyer *sur la Zymologie.* Note de **M. C. Sédillot.**

« Les magnifiques travaux sur les ferments et les fermentations, accom-

---

(1) Séance du 7 octobre, page 801.

plis par les Membres de l'Académie, depuis Thenard père (1803), Cagnard de La Tour (1837), Turpin, jusqu'à MM. Pasteur (1860), Dumas, Coste, Fremy, Trécul, etc., ont ouvert les plus larges horizons à la Physiologie et à la Pathologie générales.

» M. Pasteur avait laissé à Strasbourg des traces trop profondes de son enseignement pour y être oublié, et la Faculté de Médecine couronnait, en 1862, la Thèse sur les fermentations, de M. Monoyer, dont le Mémoire actuel est la suite et le développement. La question des ferments et des fermentations touche aux extrêmes limites des phénomènes chimiques et biologiques, et les anciens chimistes, comme l'a rappelé M. Chevreul, avaient souvent comparé la germination et la multiplication des plantes à la fermentation et à la multiplication des ferments. M. Dumas a fait remarquer à l'Académie que les ferments produisent des phénomènes de même ordre que ceux qui caractérisent l'accomplissement régulier des actes de la vie; et il disait encore, à l'occasion d'une des dernières communications de M. Pasteur sur le rôle des cellules en général, considérées comme agents de fermentation, que ces faits pourraient bien faire époque dans l'histoire de la Physiologie générale. (*Comptes rendus* du 7 octobre 1872.) Tout le monde comprend comment, en face de problèmes si élevés, la discussion engagée entre des savants aussi éminents que MM. Fremy et Pasteur excite une attention universelle.

» L'Académie a suivi avec trop d'intérêt les observations et les expériences si multipliées, si précises et si ingénieuses qui lui ont été présentées sur le panspermisme, l'hétérogénie ou les générations spontanées, pour les rappeler ici.

» Les ferments insolubles ou vivants (organismes ferments), les seuls admis par M. Pasteur, appartiennent aux deux règnes végétal et animal (algues, champignons, infusoires, vibrions), et le nombre en semble fort considérable, puisque l'un de nos anciens collègues de Strasbourg, M. Engel, a pu distinguer sept espèces de ferments alcooliques, dont six appartiennent au genre *saccharomices* et une au genre *carpozyma*. (*Comptes rendus*, 16 février 1872.)

» Les ferments solubles, dont l'exemple le plus frappant est la *diastase*, ont été considérés par M. Fremy comme une sorte de matière *hémi-organisée*, et il semblerait même résulter de quelques faits récents, signalés par M. Monoyer, et qui ont besoin d'être confirmés, que si l'on enlève, par la dialyse, les produits de la fermentation au fur et à mesure de leur formation, le ferment soluble continuerait à agir indéfiniment,

comme le ferment vivant dans les mêmes conditions. Cette disposition, bien connue pour les fermentations alcooliques, paraît également démontrée par M. Davaine pour les ferments de la putréfaction. Cet habile expérimentateur, dont l'Académie connaît les beaux travaux sur les maladies charbonneuses et septicémiques, a entrepris des recherches du plus haut intérêt sur la nocuité croissante des ferments putrides, en raison du nombre de leurs transmissions d'un animal à un autre, particulièrement de la même espèce.

» La découverte de cette importante propriété, appelée très-probablement à éclairer l'histoire des épidémies et de quelques maladies virulentes et contagieuses, est due à deux de nos anciens collègues de Strasbourg, MM. Coze et Feltz, dont les recherches ont été si justement appréciées et couronnées par l'Académie.

» M. Davaine a constaté qu'à la vingt-cinquième transmission, et souvent beaucoup plus tôt, le ferment ou les ferments devenaient mortels à la dose d'un millionième, d'un billionième, d'un trillionième et d'un quatrillionième de goutte de sang infecté. Ces résultats prodigieux, au premier abord, ont été obtenus sur des lapins, animaux d'une extrême impressionnabilité aux agents toxiques, et notre savant confrère M. Bouley s'en est déclaré le témoin convaincu.

» Ces actions énergiques, à doses infinitésimales, n'ont rien, en y réfléchissant, qui puisse surprendre. M. Dumas ne nous a-t-il pas dit que si l'on essayait d'exprimer le chiffre des cellules de levûre et de leurs analogues, employées, pendant une seule année, à la panification et aux fermentations alcooliques, on ferait reculer même les astronomes (*Comptes rendus*, 6 août 1872); vitesses, distances, nombres et grandeurs sont des idées avec lesquelles on commence à peine à se familiariser, et la science sert à nous ramener, chaque jour, à l'infini.

» Un autre problème, d'une valeur médicale inappréciable, est celui de la destruction des ferments portés dans les organismes vivants. On connaît une foule de corps et de composés susceptibles d'agir sur les ferments et de modifier, de suspendre et de prévenir les fermentations. Tels sont : le borax, le borate de soude, le silicate de potasse, les sulfites, l'acétate de potasse, les acides plus ou moins concentrés, l'acide phénique, le sulfate de quinine, le chlore, les chlorures, l'eau oxygénée, l'ozone, etc. Deux jeunes savants auxquels on doit déjà d'importants travaux, MM. A. Rabuteau et F. Papillon, ont dernièrement communiqué à l'Académie leurs expériences sur l'action et les propriétés physiologiques du silicate de soude. Il serait

trop long de citer toutes les substances antifermentescibles mises en usage comme prophylactiques ou comme médicamenteuses. Les succès, dans ce dernier cas, ont été jusqu'à présent fort rares et très-contestés, et la raison en est facile à concevoir. Le ferment doit être attaqué, annihilé ou détruit sans nuire à l'organisme ou *milieu intérieur,* selon l'heureuse expression de M. C. Bernard, et ce milieu exerce une action perturbatrice difficile à apprécier.

» Au moment où les injections hypodermiques d'acide phénique étaient préconisées contre les septicémies, nous les avons vu assez fréquemment essayer, et nous les avons tentées sans avantages apparents. Sur un de nos malades, auquel des injections sous-cutanées d'acide phénique avaient été pratiquées et dont nous fîmes la nécropsie avec l'aide de M. le professeur Coze, nous trouvâmes dans le sang, quelque temps après la mort, des granulations ou corpuscules brillants et des bactéridies qui avaient conservé leur mobilité. Ce sont là des questions à l'étude et aujourd'hui soumises aux expérimentations les plus attentives et les plus multipliées, et l'on peut certainement en espérer des résultats importants, quoique les découvertes de l'art aient presque toujours précédé celles de la science dans le domaine médical. La vaccine ne laisse aucun doute sur la possibilité d'introduire dans l'économie un agent capable d'annihiler les effets d'un élément virulent et contagieux. Les mêmes observations peuvent se renouveler, et l'on s'est depuis longtemps demandé si le mercure et ses préparations n'auraient pas quelque propriété de ce genre.

» Les recherches zymologiques depuis longtemps entreprises et poursuivies, et les expériences récentes de MM. Davaine, Chauveau, Colin, celles de M. Bouley, répétées par un grand nombre de savants, sont, à ces divers points de vue, du plus grand intérêt, et conduiront sans aucun doute à des notions plus précises et plus complètes.

» La Faculté de Médecine de Strasbourg, représentée par MM. Coze, Feltz, Engel et Monoyer, dont on ne saurait trop encourager les travaux, a pris une part très-honorable à ces remarquables études, et nous ne doutons pas qu'elle ne continue brillamment à Nancy ses doctrines, ses enseignements et ses traditions pendant son douloureux exode. »

M. Tresca demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 9 septembre 1870, et qui a été inscrit sous le n° 2571.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la constatation du lieu dans lequel M. le général Morin et M. Tresca avaient

déposé, pendant les événements de 1870, les étalons du mètre et du kilogramme appartenant au Conservatoire des Arts et Métiers. Il portait mention que l'ouverture en pourrait être faite par l'Académie, à une date déterminée, de manière à assurer, en tout cas, le retour de ces étalons à l'État.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Valeur des caractères tirés de la structure de la tige, pour la classification des Bignoniacées.* Note de M. Ed. Bureau.

« Les botanistes sont préoccupés, depuis plusieurs années, d'une question dont l'Académie des Sciences elle-même a reconnu l'importance, en la mettant pour ainsi dire à l'ordre du jour.

» Il s'agit de savoir jusqu'à quel point la structure des organes de la végétation, et particulièrement de la tige, est en rapport avec la configuration de la fleur et du fruit; si cette structure peut servir à reconnaître des espèces, des genres, des tribus, des familles; autrement dit, si les caractères qui servent à déterminer les affinités naturelles des plantes doivent continuer à être presque exclusivement tirés de l'examen des organes servant à la reproduction de l'espèce, ou bien si les résultats fournis par la forme et la composition des organes affectés à la vie de l'individu doivent être pris, pour l'établissement des différents groupes, en plus sérieuse considération.

» La solution d'un tel problème exigera une longue série de travaux spéciaux et le concours de nombreux botanistes; mais, en se bornant à certains organes et à certains groupes de plantes bien choisis, il n'est pas impossible d'avoir assez promptement quelques résultats partiels.

» Pour ce qui est de la tige, remarquons tout d'abord que les caractères qu'elle présente varient, dans certains cas, considérablement suivant l'âge. Règle générale : plus les tiges de plantes différentes sont jeunes, et plus elles se ressemblent; plus elles sont vieilles, et plus elles diffèrent, plus les caractères qui leur sont propres s'accusent et deviennent faciles à apprécier et à exprimer.

» Donc, si l'on veut, au début de recherches de ce genre, écarter les difficultés trop grandes et procéder graduellement, il faut éviter de prendre pour sujet d'examen des groupes formés surtout de plantes annuelles ou herbacées, dont la vie est courte, et dans la tige desquelles des différences profondes n'ont pas le temps de se montrer.

» Mais parmi les familles composées de plantes ligneuses, et particuliè-

rement d'arbres, il y a encore un choix à faire. La plupart des arbres européens rentrent dans la grande catégorie des Amentacées, et les Amentacées, de l'aveu de tous les botanistes, ne forment point un groupe naturel. L'opinion exprimée par M. Brongniart, dans son *Énumération des genres de plantes cultivées au Muséum*, a été sur ce point unanimement adoptée, et les Amentacées sont regardées maintenant comme des formes dégradées se rattachant à divers types plus parfaits d'organisation.

» Ce sont donc les familles composées de plantes ligneuses exotiques qui nous offriront les sujets d'études les plus convenables pour le but que nous nous proposons, et particulièrement les familles qui renferment un grand nombre de lianes, plantes dans lesquelles le type habituel des Dicotylédones présente les modifications les plus profondes et les plus variées. Telles sont les familles des Malpighiacées, des Sapindacées, des Ménispermées et des Bignoniacées.

» M'occupant depuis longtemps d'une monographie de ce dernier groupe, j'ai dû apporter une attention spéciale à l'étude des tiges.

» Des recherches faites sur ma demande par MM. Correa de Mello et Glaziou au Brésil, Hahn à la Martinique et Lévy au Nicaragua m'ont permis d'étudier environ cent cinquante espèces de bois de Bignoniacées exactement déterminées. Grâce à ces matériaux abondants, on peut affirmer désormais ce que Gaudichaud, en 1841, et Adrien de Jussieu, en 1843, n'avaient pu qu'entrevoir. Il est certain maintenant que la structure de la tige de ces lianes est dans un rapport constant avec l'organisation de la fleur. Cette tige ne m'a offert, il est vrai, aucun caractère de famille, c'est-à-dire se retrouvant dans les Bignoniacées arborescentes et n'existant pas dans les familles voisines; mais elle caractérise souvent des espèces, parfois des groupes supérieurs aux genres, et elle fournit pour chaque genre des caractères excellents.

» Je dépasserais de beaucoup l'étendue d'une simple Note si je donnais ici le tableau des genres de Bignoniacées grimpantes classés d'après la structure de la tige. Ce tableau, du reste, sera prochainement imprimé dans les Bulletins de la Société Botanique de France. Je dois seulement indiquer quels sont les caractères principaux que j'ai dû prendre en considération et qui m'ont permis de le dresser. Toutes les Bignoniacées pourvues de griffes ou de cirrhes présentent sur une coupe transversale de la tige des saillies intérieures de l'écorce, qui s'enfoncent plus ou moins profondément dans le bois. Dans certains genres ces saillies sont au nombre de quatre, quel que soit l'âge de la tige; dans d'autres, elles augmentent de nombres sui-

vant la progression 4, 8, 16, 32. Ces prolongements corticaux s'accroissent tantôt par le sommet seulement, comme dans les *Arrabidæa*, tantôt à la fois par leur sommet et par leurs bords. Il y a alors, en même temps qu'un allongement, un élargissement qui présente différents traits caractéristiques. Chaque saillie corticale prend la forme d'un coin dont les bords sont taillés en escalier, et chaque marche peut comprendre, soit l'intervalle entre deux rayons médullaires consécutifs, soit plusieurs intervalles de rayons médullaires. Dans quelques genres, le bois présente lui-même un élargissement transversal qui interrompt et oblitère les prolongements corticaux. La structure de l'écorce est très-variée : la plupart du temps elle contient de belles cellules à grillages; parfois cependant elle en est dépourvue. Dans les *Adenocalymma* et les genres du même groupe on voit, dans la couche herbacée ou sous l'épiderme, des cellules à parois très-épaisses et dont la position varie d'un genre à l'autre. Enfin la pénétration réciproque du bois et de l'écorce peut être plus ou moins compliquée, et dans les *Bignonia* proprement dits et genres voisins, l'enchevêtrement devient tel qu'il serait impossible de détacher d'un point quelconque de la tige un petit fragment, eût-il à peine un demi-centimètre cube, qui ne contînt pas à la fois du bois et de l'écorce.

» Un fait très-remarquable, que rien jusqu'ici ne pouvait faire soupçonner, nous a été fourni par l'examen de tiges très-vieilles: les tiges de Bignoniacées appartenant à un certain nombre de genres, après avoir présenté pendant assez longtemps la disposition cruciale et la subdivision dichotomique particulière aux lianes de cette famille, finissent par subir des modifications qu'on croyait propres à des lianes de familles toutes différentes. Ainsi les vieilles tiges d'*Amphilophium* ressemblent à des tiges de *Banisteria* (Malpighiacées) ; celles du genre *Callichlamys* offrent des couches ligneuses latérales, comme celles des *Cocculus* et des *Cissampelos* (Ménispermées); celles du genre *Anisostichus* ont dans l'épaisseur de l'écorce des corps ligneux cylindriques, comme on en voit dans les *Serjania* (Sapindacées); enfin les tiges de l'*Haplolophium* et du *Glaziovia* sont formées d'anneaux successifs et concentriques de bois et d'écorce, comme celles des *Gnetum* et du *Wisteria sinensis*. Il y a donc un rapport, un lien entre ces structures si distinctes les unes des autres en apparence, et il me paraît bien probable qu'on arrivera à rattacher toutes les formations anomales des tiges de lianes à une même loi de développement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Extension de la méthode de Cauchy à l'étude des intégrales doubles, ou théorie des contours élémentaires dans l'espace* (suite et fin). Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, O. Bonnet, Puiseux.)

» Il s'agit maintenant de constituer un système fermé (φ, φ_1) enveloppant une suite fermée μ de solutions des équations du contour apparent et ne comprenant aucune solution de ces équations.

» Soit $x = a + b\sqrt{-1}$, $y = a' + b'\sqrt{-1}$ une solution de l'équation $F(x, y) = 0$ du contour apparent, résultée de l'élimination de z entre $f(x, y, z) = 0$ et $\frac{df}{dz} = 0$; cette solution satisfera à une certaine équation du premier degré $y = mx + n$, que l'on formera en déterminant m et n par les deux conditions

$$a' = ma + b \quad \text{et} \quad b' = mb.$$

Assujettissons les deux parties réelle et imaginaire de $x = \alpha + \beta\sqrt{-1}$ à satisfaire à la condition

$$(\alpha - a)^2 + (\beta - b)^2 = \rho^2,$$

ρ étant aussi petit qu'on le voudra; déterminons ensuite y par l'équation $y = mx + n$, et supposons que z ait la valeur de l'une des deux racines presque égales de l'équation $f(x, y, z) = 0$. Si l'on en fait autant pour chaque solution comprise dans la suite μ, en supposant toutefois que le chemin parcouru par x autour du point (a, b) suffise pour produire la permutation des deux valeurs de z infiniment voisines, on aura un système fermé de solutions de l'équation $f(x, y, z) = 0$, enveloppant la suite μ, n'en enveloppant aucune autre et ne comprenant aucune solution des équations du contour apparent.

» L'intégrale correspondant à ce système tendrait vers zéro avec ρ; mais imaginons maintenant qu'après avoir pris pour chaque solution

$$x = a + b\sqrt{-1}, \quad y = a' + b'\sqrt{-1}$$

de la suite μ une seulement

$$x = a_1 + b_1\sqrt{-1}, \quad y = a'_1 + b'_1\sqrt{-1}$$

des solutions des équations

$$(\alpha - a)^2 + (\beta - b)^2 = \rho^2,$$
$$y = mx + n,$$

ou rejoigne cette solution à un système fixe

$$x = a_0 + b_0\sqrt{-1}, \quad y = a'_0 + b'_0\sqrt{-1}$$

de valeurs de x et de y, enveloppé par la suite μ : la ligne de raccord devra être définie par trois équations entre α, β, α' et β', afin qu'il ne reste qu'une variable indépendante, et comme l'équation du contour apparent, $F(x, y) = 0$, en donnerait deux, cette ligne de raccord pourra être choisie d'une infinité de manières différentes, de façon qu'elle ne comprenne aucune solution de $F(x, y) = 0$.

» Si x et y partaient des valeurs choisies parmi les solutions des équations

$$(\alpha - a)^2 + (\beta - b)^2 = \rho^2$$
$$y = mx + n,$$

z ayant alors l'une des deux valeurs infiniment voisines qui y correspondent, et que x et y tendissent vers $a_0 + b_0\sqrt{-1}$, et $a'_0 + b'_0\sqrt{-1}$, z, assujetti à la continuité, tendrait vers une valeur $a''_0 + b''_0\sqrt{-1}$. Si z était parti de son autre valeur infiniment voisine de la précédente, il serait parvenu à une autre valeur $a''^{1}_0 + b''^{1}_0\sqrt{-1}$ plus ou moins différente de $a''_0 + b''_0\sqrt{-1}$. Si la solution $a + b\sqrt{-1}$, $a' + b'\sqrt{-1}$ variait le long de la suite μ, et qu'on recommençât les deux mêmes opérations, on ne retrouverait toujours pour valeurs finales de z que $a''_0 + b''_0\sqrt{-1}$ ou $a''^{1}_0 + b''^{1}_0\sqrt{-1}$, parce que les valeurs que prendrait z le long de deux lignes de raccord infiniment voisines seraient toujours infiniment peu différentes.

» Cela posé, imaginons que nous partions de $x = a_0 + b_0\sqrt{-1}$, $y = a'_0 + b'_0\sqrt{-1}$, $z = a''_0 + b''_0\sqrt{-1}$, que les x et les y s'épanouissent le long des lignes de raccord, de manière à arriver en même temps à leurs valeurs $a_1 + b_1\sqrt{-1}$, $a'_1 + b'_1\sqrt{-1}$: les z prendront des valeurs $a''_1 + b''_1\sqrt{-1}$, infiniment voisines des racines doubles des équations

$$f(a + b\sqrt{-1}, a' + b'\sqrt{-1}, z) = 0;$$

faisons alors varier les x dans les cercles

$$(\alpha - a)^2 + (\beta - b)^2 = \rho^2,$$

et les y dans les plans

$$y = mx + n,$$

de façon que tous les x reviennent en même temps à leurs valeurs $a_1 + b_1\sqrt{-1}$, d'où il résultera que les y reviendront en même temps à leurs valeurs $a'_1 + b'_1\sqrt{-1}$: toutes les valeurs de z se seront échangées avec leurs infiniment voisines.

» Ramenons alors tous les x et tous les y respectivement à $a_0 + b_0\sqrt{-1}$ et $a'_0 + b'_0\sqrt{-1}$, en suivant les mêmes lignes de raccord pour les x et les y, mais avec des valeurs différentes de z, tous les z arriveront en même temps à la valeur $a''^1_0 + b''^1_0\sqrt{-1}$, et le système de valeurs de x, y et z se fermera.

» L'intégrale définie correspondant à ce parcours sera une des périodes de l'intégrale indéfinie $\Sigma z\,dx\,dy$, mais elle pourra être nulle ou finie, et il s'agit de distinguer les deux cas.

» Nous commencerons par établir, ce qui est le point saillant de la théorie, que les intégrales définies, relatives à deux suites μ et μ' voisines, auront identiquement même valeur. En effet, les points de deux pareilles suites pourraient être raccordés entre eux par des lignes le long desquelles z aurait constamment deux valeurs égales, et si c'est par exemple la suite μ qui enveloppe la suite μ', pour rejoindre les points $x = a_1 + b_1\sqrt{-1}$, $y = a'_1 + b'_1\sqrt{-1}$, $z = a''_1 + b''_1\sqrt{-1}$, correspondant à cette suite μ, au point $x = a_0 + b_0\sqrt{-1}$, $y = a'_0 + b'_0\sqrt{-1}$, $z = a''_0 + b''_0\sqrt{-1}$, intérieur à l'une et à l'autre, on pourra côtoyer à une distance infiniment petite, entre μ et μ', les lignes le long desquelles z aurait constamment des valeurs doubles, et il arrivera de là que z recevant, dans l'aller, de μ' à μ, un système de ses valeurs presque doubles, pour prendre ensuite dans le retour, de μ à μ', le système de ses autres valeurs infiniment voisines des précédentes, l'accroissement qu'aura subi l'intégrale, en allant de μ' à μ et en revenant de μ à μ', pourra être rendu aussi petit qu'on le voudra. La différence serait exactement compensée si l'on substituait réellement le parcours relatif à μ' au parcours relatif à μ.

» Cela posé, si une suite μ n'enveloppe aucun point critique de $F(x, y) = 0$, elle pourra être réduite à rien, sans avoir cessé d'appartenir au lieu $F(x, y) = 0$, et l'intégrale correspondante sera nulle.

» Si elle enveloppe un seul point critique de $F(x, y) = 0$, elle pourra être réduite à ce point sans avoir cessé d'appartenir au lieu $F(x, y) = 0$, et l'intégrale correspondante sera encore nulle.

» Mais si elle enveloppe deux points critiques de $F(x, y) = 0$, autour

desquels y échangerait deux de ses valeurs, la suite μ ne poura se réduire qu'à une suite fermée passant par ces deux points critiques, et à l'intérieur de laquelle z ne saurait plus prendre que des valeurs inégales, de sorte que l'intégrale aura nécessairement une valeur finie.

» Les dispositions que nous avons prises dans ce qui précède avaient pour objet d'arriver le plus promptement possible à la détermination de la période correspondant à une branche définie μ du contour apparent. Si l'on voulait obtenir les analogues exacts des contours élémentaires imaginés par M. Puiseux, il faudrait relier toutes les branches du contour apparent aux points de la surface correspondant à un même système de valeurs de x et de y, par exemple aux points d'intersection de la surface avec l'axe des z. La partie de l'intégrale qui correspondrait à la portion du chemin conique extérieur à la nappe de la surface entourée par une branche μ, cette partie de l'intégrale serait nulle d'elle-même, parce que, dans cette portion du chemin, z prendrait les mêmes valeurs en allant et en revenant. »

PHYSIQUE. — *Sur les anneaux colorés produits dans le gypse par la pression, et sur leur connexion avec l'ellipsoïde des conductibilités thermiques et avec les clivages;* Note de **M. Ed. Jannettaz.**

(Renvoi à la Section de Physique, à laquelle M. Delafosse est prié de s'adjoindre.)

« Sur une plaque de verre à surface bien plane, j'ai mis une lame de gypse, détachée par le clivage d'une de ces masses transparentes et souvent très-pures, que l'on trouve en cristaux lenticulaires, groupés deux à deux, aux environs de Paris. Je voulais y percer un trou : j'avais pour instrument une aiguille assez fine, fixée au bout d'un manche. Je faisais tourner lentement l'aiguille entre les doigts, en suivant toujours le même sens, en maintenant l'aiguille perpendiculaire à la face de clivage, en exerçant enfin une pression modérée, mais croissante, sur cette face. A un certain moment, je vis un feuillet mince se détacher de la lame; et sous ce feuillet supérieur apparurent des anneaux colorés, concentriques, ayant tous la forme d'ellipses très-régulières, et ayant le trou pour centre. Le grand axe de ces ellipses était incliné d'environ 17 degrés sur le clivage p, ou fibreux.

» Sur quatre lames différentes j'ai déterminé la formation de courbes orientées de la même manière; mais, sur un assez grand nombre, j'ai remarqué un fait curieux : c'est que, dans le cas où l'aiguille est inclinée sur

la face g^1, on produit d'autres séries d'anneaux colorés, dont les axes n'ont plus la même orientation. Il est facile de reconnaître que ces courbes sont généralement des ellipses; mais les unes ont leurs axes nettement parallèles au clivage p, et celles-là sont plus allongées que les précédentes; dans quelques autres plus déprimées, le grand axe tend à se diriger parallèlement au clivage vitreux h^2. J'adopte ici la forme primitive proposée par M. Descloizeaux, c'est-à-dire un prisme rhomboïdal oblique de 111°22', dont la base est inclinée sur les pans de 119°27', et de 114°9' sur la face verticale h^1.

» Que peut-on conclure de ces observations? Il me paraît évident que les molécules du plan g^1 se séparent plus facilement l'une de l'autre suivant les directions p, h^1, que suivant des directions différentes. Pour séparer deux files de molécules adjacentes, perpendiculaires à l'un des clivages, il faut exercer un effort plus considérable sur le plan qui les contient; il en résulte un rapprochement plus grand des molécules de ce plan, par rapport au plan parallèle sous-jacent. Mais ce rapprochement donne lieu aussi à un écart plus grand de la file qui s'infléchit. Par conséquent, si l'on appuie sur un plan du point g^1, et que l'on produise ainsi une flexion de toutes les files de molécules de ce plan, autour du point pressé, pour atteindre au même écart d'un feuillet de la lame et de ses feuillets inférieurs, il faut parvenir à une distance plus grande dans la direction d'un clivage que dans les autres. Et comme la teinte uniforme d'un même anneau coloré correspond partout au même écart des feuillets, entre lesquels on la voit se manifester, il est clair que les petits axes des ellipses indiquent les directions de deux maxima de cohésion des molécules, et leurs grands axes, celles des deux minima, parallèlement au plan g^1.

» Les grands axes qui mesurent ces minima étant inégaux, leur résultante est plus rapprochée du plus grand; c'est à 17 degrés de la face p, à 49 degrés environ de la face h^1, qu'elle me paraît placée.

» Ce qu'il y a de remarquable dans cette orientation, ce qui lui donne un haut degré de certitude, c'est que ces axes des ellipses, dessinées par les couleurs dues aux interférences de la lumière naturelle, coïncident avec ceux des ellipses de conductibilité thermique.

» Il est vrai qu'en chauffant des plaques de gypse, parallèles au plan de clivage g^1, à l'aide d'une tige métallique, perpendiculaire à ses deux faces, de Sénarmont a donné une valeur de 15 degrés à la distance angulaire du clivage fibreux et du grand axe de l'ellipse des conductibilités; mais en

employant une tige chauffée par la vapeur d'eau comme source calorifique, j'ai obtenu 17 degrés comme moyenne de dix mesures de cet angle.

» J'ai eu l'occasion de voir se vérifier souvent cette relation des clivages et des axes de l'ellipsoïde des conductibilités. Dans la barytine, dans le mica, les axes sont d'autant plus grands que le clivage est plus facile; mais cette loi se trouve souvent renversée, par suite de la position de l'atome métallique dans la molécule. »

ZOOLOGIE. — *Études sur les types ostéologiques des poissons osseux*; *par* M. C. Dareste. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« La classification des poissons osseux, malgré les travaux de Cuvier, de Valenciennes, de Müller, de M. Agassiz, est, encore aujourd'hui, une œuvre inachevée. Ces illustres naturalistes ont réparti, avec plus ou moins de succès, les genres si nombreux de la division des poissons osseux en un certain nombre de familles naturelles; mais ils ont été moins heureux dans leurs tentatives de répartition de ces familles en ces groupes d'un rang plus élevé, que l'on appelle des *ordres*. Ici nous sommes obligé de reconnaître qu'ils n'ont employé que des caractères artificiels, comme l'attache des nageoires abdominales, ou la nature des rayons des nageoires, comme la structure des écailles, et que, par conséquent, ils n'ont obtenu que des résultats provisoires.

» J'ai pensé qu'il serait possible de grouper les familles des poissons osseux en ordres naturels, en déterminant leurs affinités par la constatation des divers types ostéologiques que l'on observe dans ces familles. En effet, comme l'a montré de Candolle pour le règne végétal, ce qui caractérise essentiellement les êtres qui appartiennent à ce même groupe, c'est la ressemblance qu'ils présentent avec un certain type, c'est-à-dire avec une certaine forme générale, résultant d'un ensemble de modifications corrélatives.

» Or, dans les animaux vertébrés, le squelette, qui est le principal élément de la forme, est, par cela même, la partie de l'être qui représente le plus manifestement l'empreinte du type. Ces vues ont été déjà présentées, il y a trente ans, par M. Agassiz, dans son célèbre travail sur les poissons fossiles de l'île de Sheppy. Mais M. Agassiz n'a cherché, dans ce travail, qu'à montrer comment certains groupes naturels de poissons peuvent être caractérisés par la disposition de leur tête osseuse : il n'a pas cherché à étendre ce travail à toute la classe. Reprenant aujourd'hui de semblables

études, et désirant leur donner le plus haut degré possible de généralité, je rappelle que c'est à M. Agassiz que je dois les premières indications de mon travail.

» Ce travail est encore fort incomplet, par suite de l'insuffisance des matériaux dont j'ai pu disposer. Mais, en attendant que je puisse la compléter, je puis signaler dès à présent un certain nombre de résultats, qui sont fondés sur de longues et minutieuses comparaisons, et qui me paraissent très-nettement établis.

» Dans la première partie de ce travail, j'établis les caractères de cinq types ostéologiques bien distincts, et qui, dans ma pensée, doivent former les caractères de cinq ordres. Ne pouvant entrer ici dans de trop grands détails, je me contenterai de caractériser ces cinq types ostéologiques par l'indication de leurs traits les plus saillants.

» *Premier type.* — Ce type appartient aux Acanthoptérygiens de Cuvier, aux Malacoptérygiens abdominaux, moins les Siluroïdes, les Cyprinoïdes et les Mormyres; aux Malacoptérygiens subbrachiens, aux *Ophidium* parmi les Malacoptérygiens apodes, aux Plectognathes; il est par conséquent de beaucoup le plus répandu. Comme, par suite de ce fait, presque tout ce que l'on a dit de général sur l'ostéologie des poissons se rattache à des formes dérivées de ce type, il est inutile de le décrire longuement. Je me contenterai donc de signaler deux faits caractéristiques : d'abord les ailes orbitaires et le sphénoïde antérieur sont généralement très-petits, et ne s'unissent point au sphénoïde postérieur pour prolonger la cavité crânienne jusqu'aux frontaux antérieurs. Il résulte de cette disposition que le crâne présente en avant deux prolongements considérables et isolés l'un de l'autre, le prolongement supérieur formé par les frontaux principaux, le prolongement inférieur formé par le sphénoïde postérieur. De plus, l'interpariétal sépare constamment les pariétaux, et vient s'articuler en avant avec les frontaux principaux. C'est dans ce type que l'on voit fréquemment le crâne surmonté de crêtes verticales souvent très-considérables.

» Un fait bien curieux, mais tout à fait inexplicable, c'est que, à un très-petit nombre d'exceptions près, la plupart des poissons marins se rattachent à ce groupe.

» *Deuxième type : les Murénoïdes.* — Ici les ailes orbitaires viennent s'articuler au sphénoïde postérieur, et prolongent un peu la cavité du crâne en avant; mais le sphénoïde antérieur est très-petit, ou manque même complétement. Les pariétaux ne sont point séparés par l'interpariétal, qui, par conséquent, n'a aucune relation avec les frontaux principaux. Les mastoï-

diens s'interposent complétement entre les frontaux principaux et les frontaux postérieurs. Les occipitaux externes ne présentent point de crête. Les frontaux antérieurs, qui restent cartilagineux, s'unissent aux intermaxillaires au lieu de s'unir aux palatins. De la partie moyenne des frontaux principaux descend un ligament, quelquefois ossifié, qui vient aussi s'unir aux intermaxillaires, et qui forme une sorte de cloison postérieure de l'orbite, fait exceptionnel dans la classe des poissons.

» *Troisième type : les Cyprinoïdes.* — La cavité crânienne se prolonge jusqu'à l'ethmoïde et aux frontaux antérieurs, d'abord par le développement des ailes orbitaires, qui ne descendent pas cependant jusqu'au sphénoïde postérieur; puis par le sphénoïde antérieur qui unit complétement le sphénoïde postérieur aux frontaux principaux. Les pariétaux, comme dans le type précédent, ne sont point séparés par l'interpariétal. Des deux côtés de la région postérieure du crâne partent des prolongements osseux formés par les occipitaux latéraux, les occipitaux externes et les mastoïdiens, prolongements qui forment les parois de deux fosses assez profondes. Les occipitaux latéraux sont toujours percés de larges trous, plus grands que le trou vertébral.

» Les *Cobitis* appartiennent très-probablement à ce type; mais je n'ai pu, par suite de l'insuffisance de matériaux, m'en assurer d'une manière satisfaisante.

» *Quatrième type : les Mormyres.* — Ces poissons, que Cuvier rapprochait des Esoces, et Valenciennes des Clupées, ont un type crânien tout à fait à part. Tandis qu'ici, comme chez les Cyprinoïdes, la cavité crânienne se prolonge jusqu'à l'ethmoïde, l'aile palatine et l'aile temporale sont attachées au sphénoïde postérieur dans toute leur longueur; la première par le ptérygoïdien interne, la seconde par le tympanal. Les pariétaux sont unis sur la ligne médiane et ne sont point séparés par l'interpariétal. Les mastoïdiens s'écartent postérieurement des occipitaux externes, et laissent entre eux un espace considérable, occupé par un os particulier qui est très-probablement le rocher, mais que je n'ai pu déterminer d'une manière certaine. Les frontaux antérieurs n'existent pas, du moins à l'état osseux. Ces caractères particuliers de la tête sont d'autant plus remarquables, que les Mormyres semblent se distinguer de tous les autres poissons par la structure particulière de leur encéphale.

» Les *Gymnarchus*, que Cuvier plaçait dans les Malacoptérygiens apodes, à côté des Gymnotes, possèdent très-exactement la même conformation du crâne, et doivent, par conséquent, prendre place à côté des Mormyres.

» *Cinquième type : les Siluroïdes.* — Ce type, le plus éloigné du type des poissons ordinaires, le plus *aberrant*, pour employer l'expression des naturalistes, est caractérisé par la fermeture complète du prolongement antérieur de la cavité crânienne, par l'absence des pariétaux (probablement soudés avec l'interpariétal), par la disposition des frontaux antérieurs qui prennent place à la face supérieure du crâne, des deux côtés de l'ethmoïde, et en avant des frontaux principaux; par l'interposition complète des frontaux postérieurs entre les frontaux principaux et les mastoïdiens; par les expansions latérales que forment les frontaux principaux, les frontaux postérieurs, les mastoïdiens et les sus-scapulaires des deux côtés de la cavité crânienne, par la constitution de l'aile temporale, où manque le tympanal et le symplectique, et où le préopercule est très-réduit; par le défaut d'ossification de l'interopercule qui reste toujours à l'état de ligament ou de cartilage. Ce type est d'ailleurs très-diversifié, et les formes qui s'y rattachent devront être scindées en un certain nombre de types d'ordre secondaire.

» Les caractères si tranchés du type des Siluroïdes ont engagé depuis longtemps M. Agassiz à séparer ces poissons des autres poissons osseux, pour les rattacher à la division des Ganoïdes. Je ne suis pas, pour le moment, en mesure de discuter cette opinion : je ferai seulement remarquer que les Siluroïdes diffèrent beaucoup des Ganoïdes osseux actuellement vivants, tels que le Polyptère et le Lépidostée; que, de plus, ils présentent souvent certains caractères de détail, qui les rapprochent des Cyprinoïdes. C'est ainsi que l'on retrouve chez les *Synodontis* les trous des occipitaux latéraux si remarquables chez les Cyprinoïdes.

» Nous avons donc ainsi, dans les poissons osseux, cinq types bien tranchés, qui deviennent, je le pense, autant d'ordres, c'est-à-dire de divisions supérieures aux familles. Je dois ajouter que, très-probablement, ils ne seront pas les seuls. Les *Ophicéphales*, que Cuvier plaçait à la suite des poissons à pharyngiens labyrinthiformes, pourraient bien former un type à part, qui serait caractérisé d'une part par la prolongation de cavité crânienne en avant, et de l'autre par l'intercalation de l'interpariétal entre les pariétaux et même entre la partie postérieure des frontaux principaux. Les *Gymnotes* sont également très-différents des vraies Murénoïdes, et aussi des *Gymnarchus*, par un certain nombre de caractères. Mais les matériaux dont je puis disposer actuellement sont trop insuffisants pour me permettre d'établir pour ces poissons deux types ostéologiques spéciaux.

» En terminant cette première partie de mon travail, je dois rappeler

que j'ai toujours employé la nomenclature ostéologique de Cuvier. Je sais bien que plusieurs de ses dénominations ont été contestées; mais je crois que la détermination exacte des pièces osseuses des animaux vertébrés ne pourra résulter que de l'étude complète du développement de ces animaux. En attendant que, sur ce point, la lumière se fasse, j'emploie la nomenclature de Cuvier, comme étant la plus généralement adoptée. »

M. P.-J. Mégnin adresse un « Mémoire zoologique, anatomique et physiologique sur les trois acariens psoriques du cheval ».

Ce Mémoire a été présenté dans la séance précédente, au nom de l'auteur, par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon, pour 1873.)

MM. Chevallier adressent une nouvelle Communication relative à l'opportunité qu'il y aurait à profiter de l'établissement du monopole de la fabrication des allumettes en France, pour fabriquer exclusivement des allumettes au phosphore amorphe.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. Pollard adresse un Mémoire relatif à l'emploi de la tension de l'ammoniaque liquide, comme force motrice pour la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Chatelain adresse une Note relative à un remède contre le *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Éléments et coordonnées de la planète* (123). Lettre de M. Stéphan à M. Yvon Villarceau.

« Je vous adresse encore une orbite, celle de la planète (123), découverte par M. Peters, à Clinton. Les éléments reposent sur deux observations faites à Clinton, les 1er et 23 août, et sur une observation faite à Marseille le 17 septembre. Une autre observation du 20 septembre donne :

	Calcul.
En ascension droite	$+4^s$
En distance polaire	$-18''$

» Depuis lors, le temps n'a cessé d'être affreux, et il m'a été impossible de mettre l'œil à une lunette.

Éléments de l'orbite de la planète (123).

Époque : 1872, Septembre 17,468 49, temps moyen de Berlin.

Anomalie moyenne. $M = 265°.39'.\ 7'',4$
$\pi = 78.\ 0.53,2$ } Équinoxe moyen
$\Omega = 309.\ 1.44,1$ } de 1872,0.
$i = 6.38.36,2$
(Angle d'ex.) $\varphi = 6.14.21,1$

(Moy. mouv.) $\log\mu = 2,905\ 320$
$\log a = 0,429\ 791$

» Je joins aux éléments les expressions des coordonnées équatoriales héliocentriques de la planète, ce qui tient presque lieu d'une éphéméride.

Coordonnées équatoriales héliocentriques de la planète.

$$x = (0,425\ 559)\sin(E + 168°.\ 8'.\ 7'',8) - 0,059\ 528,$$
$$y = (0,377\ 444)\sin(E + 75.35.25,1) - 0,251\ 021,$$
$$z = (0,102\ 673)\sin(E + 87.56.41,5) - 0,137\ 575.$$

Nota. — E désigne l'anomalie excentrique. Les nombres entre parenthèses sont des logarithmes.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Sur la détermination des longitudes par les chronomètres.* Extrait d'une Lettre de **M. de Magnac**, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« J'ai l'honneur de vous adresser le résultat de mes recherches sur les chronomètres pendant la première partie de la campagne du *Jean-Bart*, années 1871-1872. Mon travail, assez étendu, contient des détails fort intéressants; mais ici il serait trop long de les exposer; ils trouveront place dans un Mémoire qui fera suite au premier que j'ai écrit sur le même sujet : je dirai seulement que je me suis servi avec grand avantage des comparaisons journalières qui m'avaient fait défaut pour mes premières études sur les montres; elles m'ont permis de constater des perturbations, de déterminer les grandeurs de ces perturbations, par conséquent d'être sûr que les marches diurnes que j'ai employées ne peuvent être que d'une très-grande précision. Pour vérifier ce que j'avance, j'ai calculé les longitudes des

différents ports dans lesquels nous avons relâché : on va voir que les nombres trouvés sont on ne peut plus satisfaisants.

Longitudes obtenues à bord du Jean-Bart, *années* 1871-1872, *au moyen des quatre chronomètres :* 472 *Dumas,* 386 *Dumas,* 478 *Dumas et* 309 *Vissière.*

Longitude de Gorée :

Chronomètre	Longitude		Moyenne	Diff. des longitudes avec la moyenne
Par 472 Dumas,	1h.18m.57s,59	Moyenne....	1h.18m.56s,75 O.	+ 0s,84
» 386 »	» 56,84			+ 0,09
» 478 »	» 57,14			+ 0,39
» 309 Vissière,	» 55,45			− 1,30

Longitude de Gorée, par la *Connaissance des Temps*. 1.19. 0,00

Longit. *Jean-Bart*. — Longit. *Connais. des Temps*. −0. 0. 3,25

Longitude de Bahia :

Chronomètre	Longitude		Moyenne	Diff. des longitudes avec la moyenne
Par 472 Dumas,	2h.43m.25s,65	Moyenne....	2h 43m.24s,62 O.	+ 1s,03
» 386 »	» 25,22			+ 0,60
» 478 »	» 25,60			+ 0,98
» 309 Vissière,	» 22,01			− 2,61

Longitude adoptée par M. Mouchez............ 2.43.24,66

Longitude *Jean-Bart*. — Longitude M. Mouchez... −0. 0. 0,04

Longitude de Montevideo :

Chronomètre	Longitude		Moyenne	Diff. des longitudes avec la moyenne
Par 472 Dumas,	3h.54m.10s,63	Moyenne.....	3h.54m.8s,87 O.	+ 1s,76
» 386 »	» 9,57			+ 0,70
» 478 »	» 9,42			+ 0,55
» 309 Vissière,	» 5,86			− 3,01

Longitude déterminée par M. Fleuriais............ 3.54.5,30

Longitude *Jean-Bart*. — Longitude Fleuriais...... +0. 0.3,57

Longitude de Montevideo, par M. Pénaud........ 3.54.8,00

Longitude *Jean-Bart*. — Longitude de M. Pénaud... +0. 0.0,87

Longitude de l'Observatoire royal du Cap de Bonne-Espérance :

Chronomètre	Longitude		Moyenne	Diff. des longitudes avec la moyenne
Par 472 Dumas,	1h.4m.32s,11	Moyenne.....	1h.4m.33s,89 E.	− 1s,78
» 386 »	» 34,04			+ 0,15
» 478 »	» 33,14			− 0,75
» 309 Vissière,	» 36,29			+ 2,40

Longitude de l'Observatoire royal.............. 1.4.33,50

Longit. *Jean-Bart*. — Longit. Observatoire royal... +0.0. 0,39

En examinant ces longitudes, on voit d'abord que les longitudes d'un

même lieu, données par les divers chronomètres, sont très-près les unes des autres : c'est une première raison pour faire présumer de leur exactitude. Si maintenant on compare les longitudes moyennes avec les longitudes adoptées par le Bureau des Longitudes, on trouve que la longitude du *Jean-Bart*, pour Gorée, diffère de celle de la *Connaissance des Temps* de $3^s,25$; mais nous savons que la longitude de ce point n'est pas très-sûre : elle ne peut donc en rien attaquer la nôtre. Pour Bahia, les résultats concordent complétement. Pour Montevideo, il y a une longitude de M. Fleuriais qui est moindre que la nôtre de $3^s,57$; mais si nous comparons notre longitude à celle de M. Pénaud, nous voyons que nous ne différons que de $0^s,87$. Qui a raison ? Probablement M. Pénaud et nous : la suite va le prouver. Notre longitude du Cap ne diffère de celle de l'Observatoire royal que de $0^s,39$; il y a donc de grandes probabilités pour que la suite de nos longitudes soit exacte. Maintenant, remarquons que, si l'on craint que des erreurs se soient accumulées sur la somme des marches, pendant la traversée de quatre-vingt-deux jours de France à Montevideo, on peut, pour trouver la longitude de Montevideo, partir du méridien fondamental du Cap ; nous servant donc de la différence du méridien :

Montevideo — Le Cap...... $4^h 58^m 42^s,76$,

nombre que nous avons obtenu au bout de quarante et un jours seulement de traversée, on obtient :

Longitude de Montevideo...... $3^h 54^m 9^s,26$.

» Cette dernière longitude est très-rapprochée de la nôtre et de celle de M. Pénaud.

» Tous ces résultats sont d'une exactitude très-remarquable; cependant nous ne doutons pas qu'ils ne puissent être encore un peu dépassés; car il y a un certain nombre de précautions qui n'ont pas été prises dans les diverses observations : nous nous proposons de les faire connaître prochainement dans un Rapport, ainsi que la marche qu'il y aurait à suivre pour porter la méthode à sa dernière perfection; mais dès à présent nous pouvons dire que, moyennant 1° le calcul des marches diurnes des chronomètres par la série de Taylor, 2° la recherche des perturbations des chronomètres au moyen des comparaisons journalières, on peut conserver les heures de Paris avec une précision telle, qu'au bout des plus longues traversées on obtienne des longitudes aussi exactes que par les culminations lunaires. »

GÉOMÉTRIE. — *Équations de quartiques dont une partie se réduit à une droite double.* Note de **M. H.-G. Zeuthen**, présentée par M. Chasles.

« Dans une Communication (*) sur les caractéristiques des systèmes élémentaires des quartiques générales, j'ai donné une énumération complète des courbes singulières qu'on rencontre dans ces systèmes. J'ai ajouté les équations de quelques-unes de ces courbes limites (**); mais il restait deux espèces dont je ne savais pas alors démontrer l'existence d'une manière directe. Je me propose notamment de remplir cette lacune en traitant ici des quartiques dont une partie se réduit à une *droite double*, au nombre desquelles se trouvent les deux courbes qui restaient.

» On représente dans l'analyse un système de courbes par une équation dont les coefficients sont des fonctions d'un paramètre k. S'ils en sont des fonctions rationnelles, ce qui n'est qu'un cas très-particulier, le degré de l'équation par rapport à k est la caractéristique μ.

» On peut obtenir qu'une courbe limite qu'on veut représenter correspond à $k = 0$, et qu'une courbe qui tend à coïncider avec la courbe limite, sa courbe « pénultième », suivant l'expression de M. Cayley, correspond à une valeur infiniment petite de k. Les coefficients dont les rapports avec k^α tendent à une limite finie seront infiniment petits de l'ordre α, et de même les polynômes où entrent ces coefficients. Nous désignerons par les majuscules A, B, C,... des fonctions des deux coordonnées x et y, et par les minuscules correspondantes a, b, c,... les fonctions de x qu'on en obtient pour $y = 0$, et nous indiquerons par des accents A′, A″, A‴,... que les fonctions sont infiniment petites des ordres 1, 2, 3,..., et par des indices A_1, b_2,... les degrés des fonctions par rapport aux coordonnées.

» L'équation

$$A_2 y^2 + A'_4 = 0 \qquad (1)$$

représente (la courbe pénultième d') une quartique composée d'une droite double $y^2 = 0$ et d'une conique $A_2 = 0$. Les valeurs infiniment petites (d'ordre $\frac{1}{2}$) de y sont réelles ou imaginaires, suivant que $a'_4 \gtrless 0$, et $a'_4 = 0$ détermine les sommets de la droite double qui ne coïncident pas avec ses

(*) Voir le *Compte rendu*, du 23 septembre 1872, p. 703.

(**) C'est à M. Cayley qu'on doit la notion ainsi que la représentation de la quartique composée de deux droites doubles douées de six et de trois sommets (*voir* le *Compte rendu*, du 11 mars 1872).

points d'intersection avec la conique. Il n'y en aura donc que quatre. Le nombre des conditions auxquelles on peut soumettre ces courbes n'étant que 11, on n'en trouve pas, en général, dans un système de quartiques.

» On ne peut plus faire usage de cette détermination des sommets si A'_4 est, à une quantité infiniment petite du deuxième ordre près, un multiple de y, ou si $A'_4 = 2A'_3 y + A''_4$. L'équation

(2) $$A_2 y^2 + 2A'_3 y + A''_4 = 0$$

représente une courbe limite dont les sommets se déterminent par

(3) $$a'^2_3 - a_2 a''_4 = 0.$$

» Il y en a donc six. Si A_2 est un carré complet, disons $A_2 = x^2$, la conique A_2 se réduit à une droite double douée de trois sommets déterminés par $A'_3 = 0$ (courbe de M. Cayley). Toutefois, comme ces derniers sommets sont les points d'intersection de la courbe pénultième avec la droite $x = 0$, on ne peut appliquer cette représentation au cas où les courbes du système *doivent passer par un autre point donné de cette droite.*

» L'équation (3) n'est plus applicable au cas où la fonction $A'^2_3 - A_2 A''_4$ est, à une quantité infiniment petite du troisième ordre près, divisible par y. Elle le sera exactement

1° si $$a_2 = b_1^2, \quad a'_3 = b'_2 b_1, \quad a''_4 = b'^2_2;$$

2° si $$a_2 = a_2, \quad a'_3 = a_2 b'_1, \quad a''_4 = a_2 b'^2_1.$$

» On verra, dans ce qui suit, qu'il suffira pour notre but actuel d'avoir égard au premier cas. Soient donc

(4) $$\begin{cases} A_2 = b_1^2 + C_1 y, \\ A'_3 = b_1 b'_2 + C'_2 y, \\ A''_4 = b'^2_2 + C''_3 y + c'''_4 \ (*). \end{cases}$$

» Alors l'équation (2) représente une quartique composée d'une conique et d'une droite double qui lui est tangente. Les sommets simples se déterminent par l'équation

$$A'^2_3 - A_2 A''_4 = 0,$$

si l'on y substitue

$$y = -\frac{b'_2}{b_1},$$

(*) On peut renfermer dans C'_2 et C''_3 les termes infiniment petits d'ordre supérieur de A_2 et de A'^2_3, s'il y en a.

et garde seulement les termes infiniment petits du troisième ordre, ou par l'équation

$$(5) \qquad - b_1^3 c_4''' + b_1^2 b_2' c_3'' - 2 b_1 b_2'^2 c_2' + b_2'^3 c_1 = 0.$$

» Il y aura donc sept sommets simples, et la courbe singulière appartient à celles dont j'ai désigné le nombre par λ (dans ma précédente Communication).

» L'équation (5) devient identique dans le cas où

$$c_1 = 2 d_0 b_1, \quad c_2' = d_0 b_2' + d_1' b_1, \quad c_3'' = 2 d_1' b_2' + 2 d_2'' b_1, \quad c_4''' = 2 d_2'' b_2'.$$

» En introduisant ces valeurs dans les formules (4), en remplaçant le terme $2 d_2'' b_1 y$ en A_4'' par un terme $d_2'' b_1$ en A_3' et en substituant b_2' à $b_2' + d_2''$, on verra que ce cas ne diffère pas essentiellement de celui où $d_2'' = 0$. Nous aurons donc à soumettre à une discussion particulière le cas où

$$(6) \qquad \begin{cases} A_2 = b_1^2 + 2 d_0 b_1 y + e_0 y^2, \\ A_3' = b_1 b_2' + (d_0 b_2' + d_1' b_1) y + E_1' y^2, \\ A_4'' = b_2'^2 + 2 d_1' b_2' y + E_2'' y^2 + e_3''' y + e_4''''. \end{cases}$$

Alors la courbe limite est composée de deux droites simples $A_2 = 0$ et d'une droite double passant par leur point d'intersection. Les sommets se déterminent par l'équation

$$(7) \quad - b_1^4 e_4'''' + b_1^3 b_2' e_3''' + b_1^2 b_2'^2 (d_1'^2 - e_2'') - 2 b_1 b_2'^3 (d_0 d_1' - e_1') + b_2'^4 (d_0^2 - e_0) = 0.$$

» Il y a donc huit sommets simples, et la courbe appartient à celles dont nous avons désigné le nombre par ξ. L'équation montre que, dans le voisinage du sommet quadruple, la courbe pénultième ressemble à une courbe composée de deux hyperboles qui ont le même centre et une asymptote commune ($y = 0$), et qui ont la même position par rapport à l'asymptote commune.

» Ayant épuisé ainsi *toutes* les différentes espèces de quartiques dont une partie se réduit à une droite double qu'on trouve dans les systèmes élémentaires de quartiques générales (*), on ne trouvera, par des recherches ultérieures, que 1° des formes plus particulières, et 2° de nouvelles représentations des mêmes courbes limites, ou plutôt des représentations de séries de courbes qui tendent de nouvelles manières aux mêmes limites. Nous en donnerons ici un exemple.

(*) *Voir* ma précédente Communication.

» L'équation (5) devient aussi identique si $b_2^1 = 0$, $c_4''' = 0$. On sera ainsi invité à discuter la courbe représentée par l'équation

$$(b_1^2 + C_1 y) y^2 + 2 C_2' y y + C_3'' y + d_4''' = 0,$$

ou

(8) $$(b_1^2 + C_1 y + 2 C_2') y^2 + C_3'' y + d_4^{\text{IV}} = 0,$$

dont les sommets se déterminent par

(9) $$c_3''^2 - 4 b_1^2 d_4''' = 0.$$

On n'en trouve que six, et un système de quartiques ne contient en général aucune de ces courbes. Seulement si $b_1^2 + C_1 y$ est un carré complet, ou, pour plus de simplicité, si $C_1 = 0$, et si $C_2' = b_1 D_1'$, la courbe, dont l'équation devient alors

(10) $$(b_1^2 + 2 b_1 D_1') y^2 + C_3'' y + d_4^{\text{IV}} = 0,$$

sera, à la limite, composée de deux droites doubles : $y^2 = 0$, qui est douée de six sommets déterminés par l'équation (9) et $b_1^2 = 0$, qui est douée de trois sommets déterminés par l'équation

(11) $$D_1'^2 y - C_3'' = 0.$$

» On aura donc ainsi une nouvelle représentation de la courbe de M. Cayley, dont on peut faire usage si la courbe doit passer par un point donné de la droite à trois sommets.

» Il n'est pas difficile d'expliquer le paradoxe apparent que l'équation (10), qui est un cas particulier de (8), représente une courbe limite plus générale que celle que représente (8).

» En ayant égard 1° à l'ordre de la distance infiniment petite des deux branches qui coïncident dans la droite double, et 2° au nombre de manières différentes dont une courbe limite peut faire partie d'un même système, on peut démontrer *à priori* que, dans la formule ($\mu' = 6\mu - \ldots$) qui sert à exprimer l'une des caractéristiques d'un système par l'autre, tous les nombres des différentes courbes, dont une partie se réduit à une droite double, ont les coefficients que nous leur avons attribués dans la formule (1) de notre précédente Communication.

» Nous ferons encore remarquer que, dans les cas où la distance des deux branches qui tendent à coïncider dans la droite double est infiniment petite d'ordre $\frac{1}{2}$ ou $\frac{2}{3}$, les parties de cette droite, le long desquelles ces branches ont été réelles ou imaginaires avant la transition, se remplaceront

après elle, mais que, dans les cas où l'ordre de la distance est entier, les branches réelles s'étendent le long des mêmes parties de la droite avant et après la transition. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la nature probable des anneaux de Saturne et sur le bolide signalé le* 31 *août aux environs de Rome;* Lettre de **M. P. Volpicelli** à M. Faye.

« *Anneaux de Saturne.* — L'hypothèse de M. Hirn sur les anneaux de Saturne, d'après laquelle chacun d'eux serait formé d'une matière discontinue, n'est aucunement nouvelle. En effet, outre que cette hypothèse a déjà été conçue par Cassini II, ainsi que l'a justement observé M. Guillemin (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 722), Bessel, parlant de l'excentricité de l'anneau de Saturne, dit que celle-ci ne pourrait s'expliquer sans admettre ou que l'anneau n'a point de mouvement de rotation, ou qu'il consiste en un grand nombre de parcelles capables de se mouvoir librement (*Gehler vocab.*, t. VIII, p. 168, *Leipzig*, 1836). De plus, dans le vocabulaire de Marbach, on lit (t. V, p. 356, *Leipzig*, 1858) ce qui suit :

« Quant à ce qui est de la nature de l'anneau de Saturne, il nous semble, par analogie probable, que cet anneau consiste en une accumulation de satellites, remplissant entièrement son orbite. Il pourrait se faire que ces satellites ne fussent point en contact entre eux ; mais il nous est impossible de reconnaître la distance qui les sépare, à cause du grand éloignement entre Saturne et nous. »

» Pour ce qui est de l'assertion de M. Hirn, que les parcelles formant l'anneau sont séparées par des intervalles *très-grands*, proportionnellement à leur dimension, cela ne me paraît guère conciliable avec l'ombre projetée par l'anneau sur la surface de Saturne.

» *Bolide du* 31 *août.* — Le P. Secchi, en rapportant l'apparition du bolide du 31 août 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 657), dit :

« Le même matin, à $3^h 30^m$, on a vu sur la mer un feu de forme ronde, mal terminée, fixe apparemment, et qu'on ne pouvait confondre avec un fanal ou un feu quelconque en mer. La *direction* de ce feu était parfaitement la même que celle qui apparut après pour le bolide, qu'on vit parfaitement au ciel à $5^h 15^m$, et l'on fut si frappé de cette coïncidence de direction, que l'observateur jugea lui-même que c'était le même feu qui était arrivé alors à la Terre. »

» Je ne puis pas comprendre comment on peut reconnaître *parfaitement* la direction d'un feu qui semble apparemment fixe.

» Le même savant continue ainsi :

« On voit l'importance extrême de cette observation, qui porterait à supposer que cette masse a été vue dans la pleine obscurité, comme une comète à son approche de la Terre. La grandeur du météore est représentée comme étant peu inférieure au diamètre de la Lune dans cette première apparition et dans le moment de son explosion. »

» En prenant dans son sens littéral le passage qui se rapporte aux dimensions du météore, il contiendrait une obscurité; car le vrai bolide aurait eu à $3^h 30^m$ une grandeur apparente presque égale à celle qui a été observée à $5^h 15^m$ (*O. Osservatore romano*, n° 201).

» Il me semble que la supposition du P. Secchi, confondant le feu dont il s'agit avec le bolide, n'est point rationnelle. En effet, puisque le bolide a été visible à $5^h 15^m$, si l'on voulait le confondre avec le feu aperçu sur la mer, il aurait dû s'y montrer $1^h 45^m$ auparavant, c'est-à-dire à $3^h 30^m$. Par conséquent, comme la vitesse des bolides est extrêmement grande, il en résulte que le vrai bolide, $1^h 45^m$ avant son apparition dans notre atmosphère, devait se trouver en dehors d'elle. Dès lors, il ne pouvait avoir d'autre lumière que celle qu'il recevait du Soleil; et, en ayant égard à la faiblesse de cette lumière et à la grande distance qui séparait le bolide de la Terre, on voit qu'il ne pouvait être aperçu de notre planète. Donc le feu qui a été aperçu sur la mer à $3^h 30^m$ ne peut être confondu avec celui qui a été vu de tous à $5^h 15^m$.

» On pourrait objecter que, si l'orbite du bolide avait été peu différent de celui de la Terre, il aurait pu accompagner celle-ci pendant l'intervalle correspondant à $1^h 45^m$, au bout duquel il serait tombé sur la Terre par l'effet de l'attraction produite par elle. Mais cette hypothèse ne saurait être admise, parce que le bolide, qui dans ce cas encore ne pouvait émettre de lumière propre mais seulement une lumière réfléchie, aurait été dirigé de l'ouest à l'est, tandis que les rapports de tous ceux qui l'ont aperçu s'accordent à dire que la direction du bolide était approximativement celle du sud au nord.

» *P.-S.* — Il est probable que le globe de feu qu'on a vu sur la mer est un de ces globes de feu dont parle Gilbert. (*Annalen der Physik*, t. XIV, p. 68 et 97; t. XV, p. 417; t. LXVI, p. 329; t. LXXI, p. 355; t. LXXIII, p. 35). »

PHYSIQUE. — *Note sur les courants accidentels qui naissent au sein des lignes télégraphiques dont un bout reste isolé dans l'air; par* M. Th. du Moncel.

« On sait que les lignes télégraphiques, indépendamment des pertes électriques qui s'effectuent par les supports, sont sans cesse parcourues par des courants accidentels qui peuvent provenir, soit des courants telluriques provoqués par les plaques de communication avec la terre, soit de l'électricité atmosphérique, du magnétisme terrestre ou des aurores boréales, soit des différences de température aux deux extrémités de la ligne, etc., etc. Ces courants ont été longuement et savamment étudiés par MM. Becquerel, Matteucci, Magrini, Varley, Baumgartner, Breguet; moi-même j'ai envoyé, en 1871, deux Communications à l'Académie sur ce sujet. Toutefois on s'est peu préoccupé jusqu'ici d'une autre classe de courants accidentels, qui prennent naissance dans une ligne dont une extrémité est isolée et qui, par conséquent, n'est en rapport avec la terre que par un bout seulement. M. Magrini est le seul, à ma connaissance, qui ait hasardé quelques déductions à cet égard, et ces déductions n'ont pas été exactement interprétées, comme nous allons le démontrer à l'instant. Cette question pourtant à son intérêt, car elle se rattache à certains systèmes de mesure de l'électricité atmosphérique par les courants qu'elle est supposée produire et qui n'ont pas le plus souvent l'origine qu'on leur suppose.

» Dans son Mémoire sur cette question, M. Magrini prétend qu'une seule plaque de communication d'une ligne télégraphique avec la terre suffit pour déterminer des courants, et la source de ces courants se comporterait en quelque sorte comme une source calorifique, car leur intensité décroîtrait à partir de la plaque enterrée jusqu'à une certaine limite, après laquelle la différence ne pourrait plus être appréciée, mais qui pourrait être éloignée par l'allongement du fil ou la réunion de plusieurs fils. « Ces courants, » dit M. Magrini, auraient cela de curieux que leur direction serait » inverse de celle qui correspondrait à un développement électrique dû à » une simple oxydation de la lame enterrée. »

» Comme les supports d'une ligne télégraphique, malgré la bonté des isolateurs, constituent toujours des déviations à la terre qui empêchent son isolement complet, j'ai pensé qu'en réunissant par un fil isolé la pointe de zinc terminant le toit de la plus haute des tours de mon château à une plaque de zinc enterrée dans un sol mis à couvert de la pluie, je pourrais me placer, par le fait, dans les mêmes conditions que si j'opérais sur une ligne télégraphique; et j'avais, en procédant ainsi, l'avantage de pouvoir

étudier le phénomène dans des conditions nettement déterminées. De plus, je pouvais contrôler mes expériences par l'adjonction d'un second fil parfaitement isolé (avec du caoutchouc, d'après le système de M. Hooper), et dont le fil conducteur, composé de sept fils tordus ensemble, pouvait fournir à l'extrémité libre une houppe de fils étamés, très-propre à recueillir l'électricité atmosphérique. Inutile de dire que cette extrémité du fil ainsi isolé se trouvait serrée dans un support isolant à cloche, à travers lequel elle passait, afin de constituer en temps de pluie une solution de continuité entre la houppe de fils métalliques et la surface extérieure de la gaîne isolante.

» Le galvanomètre que j'ai employé pour ces expériences était un galvanomètre astatique et à miroir de Ruhmkorff, ayant 36000 tours de spires et une résistance de 732 kilomètres de fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre. Quand il s'agissait de mesurer les déviations produites dans le circuit imparfaitement isolé, les déviations étaient assez considérables pour qu'on pût se passer de miroir; mais, pour les déviations produites par le fil parfaitement isolé, le miroir devenait nécessaire. Or voici les résultats que plusieurs semaines d'observations, faites à différentes heures de la journée, m'ont fait entrevoir :

» 1° En tout temps, le fil en rapport avec l'épi de zinc surmontant le toit de ma tour est parcouru par un courant relativement énergique, qui est tantôt positif et tantôt négatif, suivant les conditions d'oxydabilité relatives de la pointe de zinc et de la plaque enterrée, et suivant leur température relative, conditions qui dépendent, par conséquent, des circonstances atmosphériques et des heures de la journée auxquelles on fait l'expérience.

» 2° Quand la plaque enterrée n'est pas trop susceptible d'oxydation, ou que sa polarité électropositive n'est pas très-accentuée, parce qu'elle aura été enterrée dans un terrain relativement sec, ou sera combattue par la polarité contraire d'un fil de cuivre mis en contact avec elle sans être isolé du sol, le courant en question sera dirigé, en temps de pluie, et par une température relativement basse, comme si la plaque enterrée constituait un pôle positif, ce qui est conforme aux observations de M. Magrini; et la déviation de l'aiguille galvanométrique, tout en étant en rapport direct avec le degré d'humidité, varie en raison inverse de l'élévation de la température ambiante. Or, comme l'air est plus humide et moins chaud la nuit que le jour, il se produit pendant la nuit un courant plus ou moins fort allant de la terre à la pointe de zinc, courant que nous appellerons *négatif*.

3° Quand le ciel est serein, le courant en question est généralement négatif depuis le coucher du soleil jusqu'à une heure plus ou moins avancée de la journée, qui dépend de la saison, de la chaleur du jour, du degré de polarité négative de la plaque enterrée, de la plus ou moins grande quantité de rosée qui s'est produite, et de la force du vent. Au commencement de l'automne, par un temps calme et avec des températures voisines de 13 degrés, la déviation négative cesse vers 1 heure de l'après-midi, et recommence à 5^h30^m du soir. Dans la journée, elle est positive et va en augmentant jusqu'à 2^h30^m, où elle atteint environ 55 degrés. Elle oscille dans un intervalle de 50 à 60 degrés jusqu'à 3^h45^m, puis décline successivement, d'abord très-lentement jusqu'à 4 heures, puis plus rapidement jusqu'au moment de l'inversion du courant, qui a lieu, comme nous l'avons dit, entre 5^h30^m et 6 heures. Les moyennes des observations faites en septembre et en octobre ont donné avec un temps serein :

8^h matin.	Midi.	3^h soir.	6^h soir.	Minuit.
$-71°,6$	$-41°,25$	$+46°,3$	$-45°,5$	$-71°,5$

et les températures moyennes correspondantes étaient 9°, 2; 13°, 5; 13°, 8; 11°, 7; 8°, 6. Nous ajouterons toutefois qu'avec des températures plus basses, par exemple de 4°, 8, de 10°, 2 de 11°, 4, de 7°, 8 et de 5 degrés, la déviation positive n'a pas paru, même à l'observation de 3 heures : elle était devenue nulle.

4° Quand le ciel est nuageux, le courant a une direction très-variable, mais le plus souvent négative, dans des limites moindres cependant que celles dont il a été question précédemment, et cette variation dépend essentiellement de l'action du soleil et du vent. Comme cette action n'est pas immédiate, il se produit des effets qui paraissent au premier abord contradictoires, mais qui, après un examen attentif, montrent que l'apparition du soleil a pour effet, comme la chaleur, de tendre à développer sur la pièce métallique qui en subit les effets une polarité positive; par conséquent, si cette pièce est déjà positive par suite d'autres conditions, l'apparition du soleil aura pour effet, en admettant que des causes contraires plus puissantes n'interviennent pas, d'augmenter la déviation positive. Elle diminuera, au contraire, la déviation si la pièce a une polarité négative. Naturellement la disparition du soleil provoque des effets diamétralement opposés. Le vent exerce aussi un certain effet, en ce sens qu'il atténue l'action solaire et qu'il dessèche l'humidité autour de la pointe métallique exposée aux effets atmosphériques; il en résulte, par conséquent, que son

action est à la fois négative et positive, négative par rapport au soleil, positive par rapport aux causes qui peuvent entraîner l'oxydation du métal. L'importance de ces effets varie, bien entendu, suivant que les temps qui ont précédé ont été secs ou pluvieux, et suivant le degré de la température moyenne du jour. Comme, avec ces temps nuageux, la rosée et le serein sont peu abondants, que la température est moyennement assez élevée, il arrive généralement, surtout si le temps qui a précédé a été longtemps sec, que l'heure de l'inversion du courant est avancée le matin et reculée le soir; quelquefois même on trouve zéro à 8 heures du matin.

» 5° Quand le temps est couvert et pluvieux, le courant est, ainsi que nous l'avons déjà dit, presque toujours négatif. Par conséquent, la pointe de zinc joue le rôle de la plaque oxydée. Les déviations moyennes par ces temps, au commencement de l'automne, sont :

8h matin.	Midi.	3h soir.	6h soir.	Minuit.
— 70°	— 62°, 25	— 45°	— 64°	— 77°

avec des températures moyennes de 13°, 8; 16°, 1; 14°, 3, 12°, 3. On peut, du reste, établir d'une manière générale que, quel que soit le sens de la déviation et son amplitude, il suffit de quelques gouttes de pluie pour la rendre toujours négative, ce qui montre que les effets hydro-électriques sont toujours prédominants dans la création de ces sortes de courants.

» 6° Pendant toute la série des expériences dont nous parlons, le courant d'électricité atmosphérique fourni par le fil parfaitement isolé a été pour ainsi dire nul; il est vrai qu'aucun orage n'a été constaté pendant cette série; mais on peut toujours en conclure que la quantité d'électricité contenue dans l'air en temps ordinaire est bien minime, puisque, avec un galvanomètre aussi sensible que celui dont j'ai parlé, je n'ai pu obtenir de déviations appréciables.

» De tout cela il résulte que les courants accidentels produits sur les fils télégraphiques dont un bout est isolé, lesquels fils sont, comme on le sait, recouverts d'une couche de zinc, sont, ainsi que ceux excités dans le dispositif des expériences dont il a été précédemment question, le résultat d'un couple voltaïque dont les lames polaires sont constituées d'abord par la plaque enterrée, et en second lieu par le fil télégraphique galvanisé ou la pointe de zinc dont nous avons parlé. Le milieu conducteur interposé entre ces deux lames est représenté, dans un cas, par les poteaux souteneurs du fil, et dans l'autre par le toit et la maçonnerie de la tour. La cause excitatrice, dans cette sorte de couple, étant complexe, comme dans tous les

couples de ce genre, et dépendant des effets d'oxydation, des effets de polarisation et des effets calorifiques qui s'y trouvent toujours développés d'une manière différente sur les deux lames, il doit en résulter un courant dont le sens varie suivant la prédominance de tel ou tel de ces effets, mais dont la présence peut être expliquée à l'aide de quelques principes généraux que je compte démontrer dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sucre cristallisable sur le réactif cuprotartrique de Barreswil.* Note de **M. E. Feltz**, présentée par M. Pasteur.

« Le dosage du glucose est fondé sur la réduction de la liqueur cuprotartrique, chauffée à l'ébullition en présence de ce sucre. Cette réaction est très-sensible; quelques centimètres cubes d'une solution, contenant environ un demi-gramme de glucose par décilitre, suffisent pour décolorer complétement 10 centimètres cubes de la liqueur d'épreuve. Si l'on remplace la solution de glucose par une solution analogue de sucre cristallisable, la liqueur cuprique reste limpide, et l'on n'observe aucune précipitation d'oxydule de cuivre. On en a conclu que le sucre cristallisable n'exerce aucune action sur le réactif cuprotartrique.

» En cherchant à doser des traces de glucose dans des solutions de sucre cristallisable, j'ai été conduit à constater que le sucre de canne peut aussi réduire la liqueur cuprotartrique. Voici les expériences qui mettent ce fait en évidence :

» I. 10 centimètres cubes de liqueur cuprique, préparée d'après la formule de M. Violette, ont été additionnés de 20 centimètres cubes d'une solution sucrée, contenant 6 grammes de sucre raffiné. On a maintenu le mélange à l'ébullition dans un petit ballon d'essai en verre. Au bout de vingt-cinq minutes, tout le cuivre est précipité et la couleur bleue a fait place à une couleur jaune intense.

» II. La liqueur cuprique, maintenue à l'ébullition sans addition de sucre, ne donne lieu à aucun précipité.

» III. La solution sucrée, chauffée à l'ébullition en présence d'un excès de chaux, ne se colore pas, ainsi que cela arriverait si elle contenait du sucre interverti en quantité notable. Débarrassée, à l'aide de l'acide carbonique, de la chaux avec laquelle elle a bouilli, la solution sucrée réduit la liqueur cuprique exactement comme dans l'expérience I.

» La réduction de la liqueur cuprique pouvant être attribuée à l'impureté des produits entrant dans sa composition, j'ai purifié, par des cristallisations successives, le sulfate de cuivre et le tartrate double de potasse et de soude. La soude à la chaux a été remplacée par de la soude pure. La

liqueur d'épreuve ainsi obtenue ne se décompose pas à l'ébullition, mais se comporte comme celle de l'expérience I en présence du sucre cristallisable.

» Diverses formules ont été proposées pour la préparation de la liqueur cuprique. Celle de Frésénius ne diffère de la formule de M. Violette que par la quantité de soude libre. M. Monier remplace le sel de Seignette par la crème de tartre ; d'autres chimistes donnent la préférence au tartrate neutre de soude. Les liqueurs préparées avec la crème de tartre sont généralement abandonnées, parce que leur réduction n'est pas nette. Mais, en réalité, la différence essentielle qui existe entre les liqueurs des diverses formules consiste dans la proportion d'alcali libre. Les liquides les plus alcalins présentent les réactions les plus nettes en présence du glucose, et sont moins exposées aux altérations. M. Patterson a même prouvé dernièrement que l'addition d'une certaine quantité de soude caustique peut rendre ses qualités premières à une liqueur altérée par une trop longue concentration.

» Les deux liquides (*a*) et (*b*) ont été préparés : (*a*) d'après la formule de M. Violette, et (*b*) d'après la formule au tartrate neutre de soude, avec grand excès d'alcali.

» 10 centimètres cubes de la solution (*a*) contiennent $0^{gr},632$ de NaO libre.

» 10 centimètres cubes de la solution (*b*) contiennent $1^{gr},34$, de NaO libre.

» Chauffé à l'ébullition avec 20 centimètres cubes de solution sucrée contenant 6 grammes de sucre, les 10 centimètres cubes du liquide (*a*) se sont décolorés après vingt-cinq minutes. Dans les mêmes conditions, 10 centimètres cubes du liquide (*b*) se sont décolorés en dix minutes.

» En ajoutant environ $0^{gr},600$ de Na O aux 10 centimètres cubes du liquide (*a*), sa décoloration est complète au bout de quinze minutes. Ainsi l'action réductrice du sucre de canne sur la solution cuprique est d'autant plus énergique que la soude libre est en plus grande quantité.

» Les quatre expériences suivantes ont été faites avec le liquide (*b*) :

» I. 10 centimètres cubes du liquide (*b*) additionnés de 6 grammes de raffiné se décolorent en dix minutes.

» II. 10 centimètres cubes du même liquide avec 3 grammes de raffiné se décolorent en dix minutes.

» III. 10 centimètres cubes du liquide (*b*) avec $1^{gr},5$ de raffiné se décolorent en quatorze minutes.

» IV. 10 centimètres cubes du liquide (*b*) avec $0^{gr},6$ de raffiné se décolorent en trente minutes.

» Le raffiné qui a servi aux essais précédents provient de la raffinerie russe du comte de Bobrinsky. On a répété les expériences avec du sucre Say premier choix, et enfin avec un sucre candi blanc, en très-beaux cristaux provenant d'une raffinerie de Cologne. Les résultats ont été semblables.

» Il paraît donc hors de doute que le sucre cristallisable réduit la liqueur cuprique sous l'influence d'un excès d'alcali. Les dosages si fréquents du glucose, dans des mélanges des deux sucres, n'ont donc qu'une exactitude relative et deviennent complétement inexacts lorsqu'il s'agit de doser des traces de glucose en présence de grandes quantités de sucre cristallisable. Le Dr Scheibler avait déjà signalé, en 1869, l'inexactitude relative des dosages de glucose dans un mélange des deux sucres, en émettant comme probable l'hypothèse de la réduction du réactif cuprique par le sucre cristallisable. »

PHYSIOLOGIE. — *Du rôle des microzymas pendant le développement embryonnaire*; Note de MM. **Béchamp** et **Estor**.

« Dans notre dernière Communication (1), déjà ancienne, nous avons considéré les microzymas des organismes supérieurs comme *facteurs de cellules*. Nous examinons dans la présente Note leurs rôle pendant le développement des tissus, et tout d'abord nous démontrons leur présence dans tous les éléments anatomiques durant les premières périodes de la vie embryonnaire. Toutes nos observations ont été faites jusqu'ici sur des embryons de poulet.

» Dans l'œuf on ne découvre, en fait d'éléments figurés, que des microzymas ; dans certaines circonstances, ils y fonctionnent (2) comme ils le font, hors de l'œuf (3), sur le sucre ou sur la fécule : ils sont donc de l'ordre des ferments figurés. Avant l'incubation, dans tout l'œuf, et pendant l'incubation, hors de l'embryon, ils disparaissent sous l'influence de l'acide acétique et de la potasse. Dans l'embryon, ils résistent généralement à l'acide acétique, et, à un moment donné, dans certains centres, aussi à la potasse. Pendant toute la période embryonnaire, on doit les suivre dans chaque tissu : tissu conjonctif, globules du sang, muscles, centres nerveux,

(1) *Comptes rendus*, 20 septembre 1869 et 7 février 1870.

(2) Béchamp, *Sur la fermentation alcoolique et acétique spontanée des œufs* (*Comptes rendus*, 31 août 1868).

(3) Béchamp, *Expériences inédites, mais annoncées dans la Note de* 1868.

glandes, etc. Les expériences que nous allons résumer datent de mars et avril 1870.

» I. *Tissu conjonctif.* — Après vingt-quatre heures, on commence à voir apparaître la cellulosité dans le corps des vertèbres. Les microzymas qui étaient primitivement uniformément répandus dans les corps des vertèbres semblent se grouper : on voit des plaques granuleuses qui paraissent se condenser sous la forme de petites sphères dont le contour est à peine accusé. Après quarante-huit heures, les progrès sont considérables, et les corps des vertèbres sont nettement composés de cellules arrondies. Mais toutes ces cellules sont au même degré de développement; il est très-rare qu'on aperçoive des traces de division ou de prolifération de ces cellules : le caractère cellulaire se montre à la fois sur de grandes surfaces qui, auparavant, ne montraient aucune formation de cet ordre.

» Après quarante-huit heures, les vaisseaux sont limités par des cordons formés de cellules fusiformes, très-allongées, granuleuses dans toute l'étendue du fuseau.

» II. *Globules du sang.* — Après vingt-quatre ou trente-six heures d'incubation, les globules du sang de l'embryon, contenus dans les vaisseaux, sont sphériques ou elliptiques, à peine colorés et à noyau; on distingue très-nettement les granulations qu'ils renferment, sans l'addition d'aucun liquide. Après quarante-huit heures, les noyaux seuls sont granuleux, le reste du globule paraît homogène. Après soixante-douze heures, le noyau est encore granuleux; il l'est encore au huitième jour de l'incubation dans certains cas; dans d'autres cas, tout le globule est homogène. Après cette époque, l'homogénéité est la règle.

» On admet généralement que les globules du sang dérivent des cellules embryonnaires et qu'ils sont le résultat d'une modification de ces cellules. Nous n'avons jamais vu de globules dans le corps de l'embryon avant l'établissement de la circulation; ils nous ont toujours paru formés sur place.

» III. *Muscles.* — Vers le septième jour de l'incubation, les muscles contenus dans le tubercule qui représente le membre inférieur se présentent sous la forme de tubes granuleux, contenant, très-rapprochés les uns des autres, des noyaux granuleux et à nucléoles : il n'y a pas la moindre trace de stries. Vers le dixième jour, les muscles se présentent encore sous la forme de tubes granuleux; les noyaux paraissent moins nombreux que dans les examens faits au septième jour; ils sont plus espacés; il n'y a pas de traces de stries, ni dans les muscles des membres, ni dans le cœur. Ces

muscles ressemblent, au plus haut degré, à des fibres striées d'animaux adultes, qui auraient séjourné deux ou trois heures dans l'estomac d'un chien.

» Chez quelques individus, au dixième jour, ou chez tous peu de temps après, on voit les granulations se grouper très-manifestement en lignes droites et parallèles, pour former les stries. Ces granulations sont évidemment plus volumineuses que les microzymas d'origine et que les granulations que l'on voyait au commencement dans le tube musculaire. Les stries sont donc d'abord granuleuses; mais bientôt la substance qui sépare les granulations prend un pouvoir réfringent identique avec ces granulations elles-mêmes, et les stries apparaissent bientôt sous la forme de lignes continues. Au vingtième jour, les muscles striés sont très-analogues à ceux de l'adulte.

» IV. *Centres nerveux*. — Après trente-six à quarante heures, la moelle ne paraît pas contenir de cellules; elle est, dans toute son étendue, uniformément granuleuse : on commence seulement à soupçonner la condensation des microzymas sous forme globuleuse. Vers quarante-huit heures, on commence à voir la cellulosité apparaître dans la ligne centrale qui sépare les deux cordons. Après soixante-douze heures, cette cellulosité est manifeste dans toute l'étendue de la moelle; à partir de cet instant, elle s'accentue de plus en plus. Ces cellules se forment donc sur place, comme les globules sanguins dans les vaisseaux.

» En résumé, tous les tissus suivent dans leur développement, plus ou moins rapidement, une marche très-analogue, sinon identique. Sur des plaques ou dans des masses uniformément granuleuses, au sein desquelles ne s'aperçoit aucun autre élément figuré que le microzyma, on voit, à un moment donné, sur toute l'étendue de la surface à la fois, les formes cellulaires apparaître. Une cellule antérieure, d'où dériveraient par des modifications insensibles toutes les autres, n'est donc pas nécessaire, ainsi que l'exige une théorie célèbre du développement des tissus. Cette théorie, que nous avions acceptée et défendue, nous semble pécher par la base. Jamais on ne verra naître une cellule, de toute pièce, dans un liquide; on observe toujours préalablement des granulations, des microzymas, qui sont le point de départ. Il n'est pas d'observations qui soient plus concluantes, à cet égard, que celles qui sont faites pendant le développement embryonnaire. Si l'on veut bien considérer avec nous que les microzymas sont déjà des organismes doués d'une activité propre, ce que nos précédentes recherches ont mis hors de doute, dans toutes les directions, on comprendra aisément

qu'il n'est pas besoin d'une cellule primordiale, ni d'admettre la génération spontanée pour comprendre la cellulogénèse. Le microzyma et le milieu qu'il se crée au sein de la masse qui le contient suffisent.

» L'observation directe, comme l'a montré M. Robin et comme nous venons de le faire, ruine l'adage *omnis cellula e cellulâ;* mais la notion du rôle important du microzyma détruit, d'un autre côté, la théorie de la génération spontanée, présidant à la première apparition des cellules et des tissus. Pour qu'une cellule apparaisse, il n'est pas besoin d'une cellule antérieure, mais un liquide sans éléments figurés ne suffit pas : le microzyma est nécessaire; il existe *toujours* là où naît une cellule.

» Et nos expériences permettent d'aller plus loin. Ces notions nouvelles ne donnent pas seulement la clef des discussions relatives à l'histoire du développement des tissus et des ferments, mais aussi de leur fonctionnement; elles seules donnent une base solide à la théorie de la nutrition, à la physiologie cellulaire.

» Voici d'ailleurs la contre-épreuve de cette théorie : de même que, par *progression*, les microzymas sont facteurs de cellules, toute cellule, tout tissu reviennent au microzyma par *régression*. Cette contre-épreuve peut être faite sur l'embryon lui-même.

» L'embryon du poulet peut mourir dans l'œuf avant son complet développement et sans qu'il s'y putréfie, dans le sens vulgaire du mot *putréfaction*. Dans ce cas, on peut observer la régression de tous les tissus qui le composaient. On peut alors suivre le retour de chacun des tissus observés à la forme granuleuse primitive; ou même on peut suivre la transformation des microzymas isolés en microzymas accouplés et en bactéries; et certes il est impossible de soutenir qu'ici les microzymas et les bactéries ont pour origine des germes venus de l'air, germes que l'un de nous a démontré être surtout des microzymas.

» Un œuf, à la couveuse depuis le 29 mars 1870, est examiné le 15 avril suivant. L'embryon est mort dans l'œuf, depuis trois ou quatre jours. Les muscles commencent à subir une transformation régressive; les tubes ne sont plus accusés; les masses musculaires sont remplies d'une foule de microzymas; beaucoup sont accouplés. Dans les membres, on découvre quelques rares bactéries. Dans le cœur, les bactéries, longues, grêles et immobiles, sont très-nombreuses. Dans le foie, on trouve des bactéries à tous les degrés de développement : microzymas isolés et mobiles en foule; grand nombre d'associés, petites bactéries, moyennes et grandes : il est impossible de ne pas les considérer comme les divers degrés du développement d'un même être.

» Nous prions l'Académie de nous permettre de dire que ce qui précède n'est que le développement de nos précédentes recherches dans cette direction. Nous croyons aussi devoir adresser nos remercîments à M. de Ranse, le savant rédacteur de la *Gazette Médicale*, qui, le premier, nous a encouragés et soutenus dans nos efforts. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'aurore polaire et l'orage magnétique des 14 et 15 octobre.* Note de **M. Tarry**. (Extrait.)

« *Aurore polaire.* — Une aurore polaire, qui par son importance et son éclat ne peut se comparer qu'à celle du 4 février, parmi celles de l'année courante, s'est manifestée les 14 et 15 octobre. On s'en est à peine aperçu en Europe, à cause du mauvais temps qui a été général; cependant elle a été visible à Brest. Le ciel était, il est vrai, couvert dans le voisinage de l'horizon et brumeux partout; mais on était prévenu par les observations des courants magnétiques, et M. Sureau a pu voir à minuit la lumière blanche s'accentuer au nord-est, avec des reflets rouge sombre à son sommet; on n'a pas observé de rayons.

» A Thursö, en Écosse, un des rares points de la carte d'Europe où le ciel fût dégagé, on a mieux observé cette aurore, qui y a reparu le lendemain, et cette fois a été très-brillante.

» Mais c'est surtout en Amérique que le phénomène s'est produit avec un vif éclat. On l'a observé à New-York et à Duxbury, où l'on n'avait vu *de mémoire d'homme* une aussi magnifique aurore boréale. Voici le texte du télégramme que je dois à l'obligeance du Directeur de la Compagnie du câble transatlantique, M. Andrews :

« Duxbury, 16 octobre, minuit. — Aurora here last night the most magnificent within memory of oldest inhabitant but did not affect our instruments condensers in here instead of at Saint-Pierre. New-York says it was very brilliant wires north and south not affected but wires west and east seriously affected. — Signé : Brown. »

» *Orage magnétique.* — *Observations de Brest.* — C'est à $10^h 34^m$ du soir (heure de Paris), le 14, que l'orage magnétique *a éclaté*. Nous soulignons ces mots à dessein, car à ce moment M. Sureau avait précisément l'œil sur l'aiguille du galvanomètre, où il constatait des oscillations de 2 à 3 degrés, quand elle *sauta instantanément à* + 25 degrés. Tous les appareils de travail furent brusquement atteints, et toutes les sonneries furent instantanément mises en mouvement; elles faisaient un bruit assourdissant, pendant que les palettes adhéraient énergiquement aux électro-aimants. C'est de la même

manière qu'a éclaté soudainement, le 7 juillet, à $5^h 2^m$ du soir (1), deux heures un quart après la belle explosion solaire que le P. Secchi avait observée à Rome, l'orage magnétique qu'on a noté simultanément à Brest et à Greenwich, et qui était le précurseur de l'aurore vue cette nuit.

» Le 14 octobre, comme lors des aurores boréales des 9 novembre 1871, 4 février, 10 avril, 22 mai, 3 juin et 7 juillet 1872, les courants terrestres agissant sur les fils télégraphiques à Brest étaient dirigés de l'ouest à l'est. Au début, l'aiguille se maintint fixe de $10^h 34^m$ à $10^h 57^m 30^s$, puis elle passa sans arrêt de l'autre côté, pour se fixer fugitivement à $-22°$, revenir au zéro et atteindre encore $+20°$ (2).

» Ainsi déviation brusque et permanente, suivie d'une onde complète bien caractérisée, tel est le signe à l'aide duquel on pourra dorénavant *prédire*, avec une certitude presque complète, l'apparition des aurores polaires dans nos climats, ainsi que cela a été fait déjà avec succès (3).

» Un très-grand nombre d'observations ont été faites sur l'énergie des courants qui se sont produits dans le fil de Brest à Paris, le 14 octobre et les jours suivants. En voici le résumé, pour la première phase, qui a duré de $10^h 34^m$, le 14, à $1^h 30^m$ du matin, le 15 :

Déviations positives maxima.		Retours au zéro.	Déviat. négatives maxima.	
h m s	°	h m s	h m	°
10.57.30	+25	11. 0.30	11. 0	−22
11.03	+20	11.12	11.13	−15
11.20	+10	11.19		
		11.21	11.22	−10
11.27	+24	11.24		
11.34	+35	11.29		
11.38	+25	11.36		
		11.45	11.47	−15
		1.30	12.18	−35

» De $11^h 30^s$ à $11^h 12^m$, il y a eu trois oscillations positives, toutes avec retour au zéro, et de $11^h 45^m$ du soir à $1^h 30^m$ du matin une émission négative continue, sans retour au zéro; des adhérences persistantes ont eu lieu à $12^h 0^m$, $12^h 12^m$, $12^h 18^m$ et $12^h 27^m$, l'aiguille du galvanomètre marquant

(1) *Comptes rendus*, séance du 15 juillet, t. LXXV, p. 156.

(2) Rappelons que par *degrés* nous entendons, comme dans nos précédentes Communications, les divisions du galvanomètre de poste en usage dans les bureaux télégraphiques français, et qu'il y en a 60 dans un cadran.

(3) *Comptes rendus*, séance du 16 avril, t. LXXIV, p. 1066.

successivement — 30°, — 32°, — 35°, — 28°; ce dernier contact a duré de $12^h 27^m$ à $12^h 40^m$.

» C'est pendant la période de $11^h 30^m$ à $1^h 30^m$ que les courants magnétiques ont été le plus intenses, et, de même que lors des précédentes aurores, on a remarqué la *simultanéité* des maxima d'intensité magnétique et lumineuse.

» A $1^h 30^m$ la ligne est libre, on transmet les dépêches. Une deuxième phase de courants s'est produite le 15 octobre, de $2^h 15^m$ à $3^h 35^m$ du matin (courants faibles dans les deux sens); une troisième, de $5^h 22^m$ à $6^h 35^m$ du matin (maximum d'écart — 23° à $5^h 45^m$); une quatrième, de $7^h 36^m$ à $12^h 15^m$ du soir (plusieurs contacts, maximum d'écart + 25° à $11^h 45^m$), et une cinquième, de $7^h 10^m$ à $11^h 2^m$ du soir. A ce moment, la *période aurorale* est terminée; la *période orageuse* va lui succéder.

» *Observations étrangères.* — Nous avons cru devoir entrer dans des détails précis pour faciliter la comparaison avec les observations italiennes, allemandes et anglaises, ainsi que MM. Donati, Förster et Airy l'ont demandé. En effet, si l'aurore a été invisible presque partout en Europe, sa manifestation magnétique a été générale; les 14 et 15 juillet, ces courants et ces perturbations ont été observés notamment à Valentia, à Greenwich, à Livourne, à Florence, à Rome. De plus, le câble transatlantique de Brest à Saint-Pierre-Miquelon et celui de Brest à Londres ont été affectés exactement comme les lignes du continent. Les courants terrestres n'ont toutefois empêché le mouvement si faible d'oscillation du miroir qui réfléchit les signaux transmis à travers l'océan Atlantique que momentanément, grâce aux condensateurs.

» *Observations de Lyon.* — Au bureau télégraphique de Lyon, l'orage magnétique a éclaté aussi tout d'un coup, le 14 octobre, à $10^h 30^m$ du soir, avec une énergie extraordinaire. Comme à Brest, les sonneries de tous les appareils ont été mises en mouvement par cette brusque décharge; l'heure n'a pas été prise très-exactement. La première décharge a produit, comme à Brest, une forte adhérence sur les palettes pendant plusieurs minutes, notamment dans les fils se dirigeant sur Paris et Turin. La déviation au galvanomètre a été, pour le premier, de 25 degrés; pour le second, de 22 degrés. A 11 heures et à minuit, des contacts énergiques et de grandes oscillations ont encore été remarqués sur les mêmes fils; on a noté également la troisième phase et le commencement de la cinquième.

» *Période orageuse.* — Pendant les 16, 17 et 18 octobre, les perturbations dans les fils télégraphiques ont été générales dans toute la France, et pro-

bablement dans une grande partie de l'Europe; le service télégraphique s'est trouvé partout dans un désarroi complet; les télégrammes pour l'Italie s'expédiaient par la poste. Mais ces perturbations, qui ont duré trois jours, ont un tout autre caractère que celles des 14 et 15: ce ne sont plus que des contacts instantanés, des dérangements analogues à ceux que produisent les *mélanges* de fils; ce n'étaient plus ces contacts prolongés et ces ondes bien caractérisées qui accompagnent les aurores polaires.

» Les faits sont encore trop récents pour qu'on puisse les apprécier; mais la perturbation paraît être *d'une autre nature;* elle a été accompagnée, dans presque toute l'Europe, de violents orages avec éclairs et tonnerre, et semble devoir se rattacher plutôt à l'arrivée de la grande dépression barométrique qui a envahi l'Espagne et le sud-ouest de l'Europe pendant cette période, et a produit cette température exceptionnellement tiède que tout le monde a remarquée, qu'à des phénomènes d'origine cosmique. »

M. É. **Fournié** demande l'ouverture d'un pli cacheté, relatif à la physiologie cérébrale, qui a été déposé par lui le 22 juillet 1872, et inscrit sous le n° 2681.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Dans le but de donner à la physiologie cérébrale, telle que je l'ai exposée dans mon travail intitulé : *Physiologie du système nerveux cérébro-spinal,* la sanction de l'expérimentation sur les animaux vivants, j'ai cherché d'abord un procédé qui me permît de léser n'importe quelle partie du cerveau sans compromettre la vie. A cet effet, je pratique d'abord un petit trou sur un point variable du crâne, au moyen d'une sorte de vilebrequin dont on se sert en chirurgie pour les sutures osseuses; puis, à travers ce trou, j'introduis l'aiguille de la seringue Pravaz jusqu'au point du cerveau que je veux détruire, et je pousse l'injection caustique (chlorure de zinc coloré en bleu). La partie touchée par l'injection est détruite; elle ne remplit plus par conséquent ses fonctions, et j'examine ensuite, après que l'animal s'est reposé, quels sont les symptômes qu'il présente. Après cet examen, qui dure de six à vingt-quatre heures, je sacrifie l'animal et je découvre facilement la partie lésée par l'induration des tissus et par la coloration bleue en cet endroit.

» Ces expériences m'ont permis déjà de constater que la perception *simple* se fait dans les couches optiques, que la perception *distinguée,* la *mémoire,* réclament l'intégrité de la périphérie corticale, que la lésion des circonvolutions ne s'accompagne pas de paralysie des membres, mais seulement d'affaiblissement.

» Évidemment je dois confirmer ces résultats importants par de plus nombreuses expériences : c'est ce que je me propose de faire; mais j'ai cru devoir consigner dès à présent ces résultats, tant à cause de leur importance que du procédé nouveau que j'ai employé pour les obtenir. »

M. G. Bandiera adresse, de Messine, une Note sur un moyen de séparation de l'essence de citron et de l'essence de térébenthine.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Dumas.

La séance est levée à 5 heures. M. Edw.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 octobre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Des méthodes dans les sciences de raisonnement; par M. J.-M.-C. Duhamel; cinquième Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-8°.

Maladie de la vigne. Le soufre solubilisé. Moyens pratiques de destruction et de préservation du Phylloxera vastatrix; *par* M. E. Besse. Paris, impr. A.-E. Rochette, 1872; br. in-8°.

Les ressources de la France en matières fertilisantes. Le régénérateur, engrais organique à base alcaline et azote fixé; par E. Besse. Paris, impr. A.-E. Rochette, 1872; br. in-8°.

Programme du cours complémentaire fait à la Faculté de Médecine de Strasbourg (semestre d'été de 1869); par H. Beaunis. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1872; in-18.

Système silurien du centre de la Bohême; par Joachim Barrande; première Partie : *Recherches paléontologiques;* vol. II, *Céphalopodes;* troisième série, pl. 245 à 350. Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1868; in-4°, relié.

Système silurien du centre de la Bohême; par Joachim Barrande; première Partie : *Recherches paléontologiques;* vol. II, *Céphalopodes;* quatrième série, *Distribution horizontale et verticale des Céphalopodes dans les contrées siluriennes.* Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1870; in-4°, relié.

Système silurien du centre de la Bohême; par Joachim Barrande; première Partie : *Recherches paléontologiques;* vol. II, *Céphalopodes;* quatrième série, pl. 351 à 460. Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1870; in-4°, relié.

Distribution des Céphalopodes dans les contrées siluriennes; par Joachim

BARRANDE. Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1870; in-8. (Extrait du *Syst. silur. du centre de la Bohême*, vol. II, quatrième série, pl. 351 à 460.)

Trilobites; par Joachim BARRANDE. Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1871; in-8°. (Extrait du *Supplément au vol. I du Système silurien du centre de la Bohême.*)

Laboratoire de Chimie agricole. Rapport du Directeur à M. le Préfet de la Loire-Inférieure; par M. A. BOBIERRE. Nantes, impr. de Mme veuve Mellinet; br. in-8°.

The thanatophidia of India being a description of the venomous snakes of the Indian Peninsula, with an account of the influence of their poison on life, and a series of experiments; by J. FAYRER. London, J. and A. Churchill, 1872; in-fol., avec planches.

Transactions of the clinical Society of London, vol. the fifth. London, Longmans, Green and C°, 1872; in-8°, relié.

Avviso ai naviganti ed agl' idraulici sul Portosaido ed invito allo studio di provvedimento. Roma, Cotta e Comp., 1872; br. in-8°.

Archiv für Anatomie, Physiologie und Wissenschaftliche medicin, herausgegeben von Dr C. Bogislaus REICHERT *und* Dr E. DU BOIS-REYMOND. Jahrgang, 1872, n° 2. Leipzig, Verlag von Veit et Comp., 1872; in-8°.

Anales del Museo publico de Buenos-Aires, etc.; por G. BURMEISTER; entrega decima-cuarta de tomo segundo. Buenos-Aires, imprenta de *la Tribuna*, 1872; in-4°.

Effets comparés de l'eau pure et des eaux calcaires dans le dégraissage, le rinçage et la teinture des laines. Résultats obtenus au laboratoire de Verviers; par P. HAVREZ. Verviers, imp. A. Remacle, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société industrielle.*)

Nouvelle théorie de la détente frigorifique; par P. HAVREZ. Liége, imp. J. Desoer, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue universelle.*)

Note sur la relation entre les accroissements de la surface de chauffe et les accroissements de la quantité d'eau vaporisée; par P. HAVREZ. Liége, imp. J. Desoer, sans date; br. in-8°.

Description et appréciation de nouveaux appareils de laboratoire; par P. HAVREZ. Liége, imp. J. Desoer, sans date; br. in-8°.

Nouvelle disposition de générateurs de vapeur; par P. HAVREZ. Liége, imp. J. Desoer, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue universelle.*)

Programme du cours de Physique et Chimie appliquées à l'industrie des laines, professé par P. HAVREZ. Liége, imp. J. Desoer, 1867; br. in-8°.

Emploi de la triple classification des nuances par M. Chevreul à la détermination de l'influence des divers ingrédients de teinture, etc.; par P. HAVREZ; 1er et 2e Mémoires. Verviers, imp. Ch. Vinche, 1867; 2 opuscules in-8°.

Recherches sur la teinture; par P. HAVREZ. Verviers, imp. A. Remacle, 1870; br. in-8°.

Expériences sur le chauffage des bains de teinture par le contact de la vapeur; par P. HAVREZ. Verviers, imp. Ch. Vinche, 1865; br. in-8°.

Appareils et procédés pour désuinter, dégraisser et rincer les laines en flocons; par P. HAVREZ. Verviers, imp. Ch. Vinche, 1864; br. in-8°.

Emploi direct du suint de laine pour fabriquer les cyanures et prussiates; par P. HAVREZ. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Organisation du séchage des laines. Plan d'un séchoir méthodique; par P. HAVREZ. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin du Musée de l'Industrie de Belgique*.)

(Tous ces derniers ouvrages de M. Havrez sont présentés par M. Chevreul.)

Mémoire sur un fragment de cadran solaire trouvé en Phénicie; par le colonel LAUSSEDAT. Paris, Imprimerie nationale, septembre 1872; in-4°.

Système monétaire universel exposé à la réunion des sociétés savantes (3 *avril* 1872); *par* G. PONCET. Romorantin, imp. Blanchet et Lafitte, 1872; br. in-8°.

R. Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Concorsi dell' anno 1872, *premio di fondazione Brambilla.* Milano, tip. Bernardoni, 1872; br. in-8°. (Estratto dai *Rendiconti*, vol. V.)

Sui fossili delle pampas donati al civico Museo di Milano. Prelezione al corso di Zoologia tenuto nel maggio 1872; *dal* prof. E. CORNALIA. Milano, tip. Pirola, 1872; in-8°.

Di nuove fiamme sensibili e della sensibilità acustica nei getti gassosi freddi, sperienze e studi di G. GOVI. Torino, Stamperia reale, 1870; br. in-8°.

Nuove esperienze sugli specchi magici dei Ginesi del prof. G. GOVI. Torino, Stamperia reale, 1867.

Intorno agli specchi magici dei Ginesi ricerche di G. GOVI. Torino, Stamperia reale, 1870; br. in-8°.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 OCTOBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les fermentations; réponse à une question que M.* Pasteur *a posée dans la séance dernière; par* **M. E. Fremy.**

« M. Pasteur m'adressait il y a quelques mois, dans une séance de l'Académie, la question suivante:

« M. Fremy confessera-t-il ses erreurs si je lui prouve que le suc de raisin ne fermente pas lorsqu'on le soustrait à l'influence des germes de ferments qui existent dans l'air? Cette expérience que j'annonce, ajoutait notre confrère, elle est faite, et elle a donné les résultats que j'en attendais. »

» J'ai répondu à M. Pasteur que, dans mes recherches scientifiques, étant animé du seul désir de connaître la vérité, je n'hésiterais jamais à confesser mes erreurs lorsqu'on voudrait bien me les démontrer.

» Allant au-devant du désir de notre confrère, je le priai donc de me donner immédiatement les détails de l'expérience qu'il avait faite, pour me mettre à même de la répéter et d'en constater l'exactitude.

» M. Pasteur me répondit alors qu'il entendait choisir son heure pour faire la communication que je lui demandais: je restai donc pendant plusieurs mois sous le coup de la déclaration de notre confrère, attendant

toujours les détails d'une expérience qui, pour employer les mots mêmes de M. Pasteur, *devait mettre ma théorie au pied du mur*.

» Excité, comme notre confrère nous l'a dit, par la présence des savants étrangers qui assistaient à la séance du 7 octobre courant, M. Pasteur est venu enfin donner quelques détails sur sa fameuse expérience du raisin, et annoncer, en outre, que des fruits placés dans de l'acide carbonique pur pouvaient produire de l'alcool.

» A la suite de cette communication, en me fondant sur les observations que je poursuis depuis longtemps, j'ai présenté, séance tenante, à notre confrère les objections que l'Académie a entendues : Je lui ai dit que son expérience sur le raisin ne me paraissait pas décisive, et que la constatation d'une production d'alcool dans l'intérieur des cellules d'un fruit était la confirmation de la théorie que je soutenais; elle démontrait, en effet, que la fermentation pouvait se produire sans l'intervention des particules solides tenues en suspension dans l'air; j'aurais dû ajouter que mes propres expériences m'avaient démontré également la possibilité d'une fermentation alcoolique intracellulaire.

» M. Pasteur, peu satisfait sans doute des interprétations que je donnais à ses expériences, m'a adressé dans la séance dernière une nouvelle question. Il m'a demandé si, après avoir lu ses Communications sous la forme écrite, je persistais à penser que ses deux séries d'expériences confirmaient réellement les théories que je soutiens.

» Je m'empresse de donner aujourd'hui à notre confrère la réponse que je lui aurais adressée immédiatement si j'eusse été présent à la séance du 21 octobre au moment où la question a été faite.

» Voici ma réponse :

» Après avoir lu la Note de M. Pasteur, je persiste plus que jamais dans les opinions que j'ai émises à la séance du 7 octobre courant.

» Mon confrère me permettra de motiver par quelques considérations la réponse que je viens de lui adresser.

» L'expérience que M. Pasteur a faite sur le raisin se compose de deux parties : dans la première, notre confrère constate à la surface d'un grain de raisin la présence des corpuscules organisés qui ressemblent, à s'y méprendre, dit-il, soit à des spores de moisissures, soit à une levûre alcoolique, soit à du *mycoderma vini*; pour notre confrère, ce sont là les véritables agents de la fermentation alcoolique; il les sème donc dans un suc de raisin paralysé par l'ébullition, et au bout d'un certain temps la fermentation se détermine.

» Ce résultat s'accorde avec les expériences si intéressantes qui ont été faites par M. Béchamp, et qui prouvent que des moisissures peuvent au bout d'un certain temps produire des fermentations. J'ai moi-même annoncé, il y a déjà longtemps, que les corpuscules sécrétés par les filaments organisés qui se forment dans la dissolution d'acide tartrique sont des agents très-actifs de la fermentation alcoolique.

» Comme je l'ai déjà dit si souvent dans cette discussion, il ne faut pas déplacer les questions ni confondre les phénomènes qui sont dus aux moisissures avec ceux qui dépendent des ferments.

» Des observateurs nombreux ont établi que dans les poussières atmosphériques, qu'un rayon de soleil nous fait apercevoir si facilement, il peut exister des spores de moisissures et des œufs d'infusoires : il est donc évident que, quand ces germes s'introduisent dans des milieux altérables et fermentescibles, ils s'y développent et produisent des décompositions organiques; l'action destructive des poussières, que M. Pasteur a trouvées à la surface d'un grain de raisin, rentre donc dans les faits connus.

» Mais ce qui n'est pas établi et ce qui constitue la base même de notre discussion, c'est la part qu'il faut faire, dans les phénomènes de fermentation, aux poussières atmosphériques et aux ferments créés par l'organisme.

» M. Pasteur admet que les fermentations ne sont jamais produites que par les corpuscules solides qui sont en suspension dans l'air.

» Moi je soutiens que cette influence des poussières atmosphériques dans les phénomènes de fermentation n'est que *secondaire* et *accidentelle*; que la véritable origine des ferments est dans les milieux fermentescibles eux-mêmes.

» Pour moi, la fermentation n'est pas seulement un phénomène qui aurait pour but de produire le vin, le petit lait et le vinaigre, comme le veut M. Pasteur : c'est un acte de destruction qui s'étend à tous les corps organiques. Or, si tous les produits de l'organisation doivent se détruire par l'action de ferments spéciaux, si cette décomposition se produit dans l'intérieur même des tissus les plus complexes, si ce retour à l'air et au sol des éléments qui constituaient les organismes est un phénomène physiologique qui doit s'accomplir régulièrement et à son temps, je ne peux pas admettre que cette décomposition soit livrée au hasard des poussières atmosphériques que la pluie enlève, et dont la fécondité ne se constate, d'après M. Pasteur lui-même, que dans l'air impur des grandes villes.

» Pour démontrer que le moût de raisin ne fermente que sous l'influence des poussières de l'air, M. Pasteur a institué une seconde expérience qu'il

a décrite devant l'Académie; il a fait pénétrer le suc d'un grain de raisin dans un ballon contenant du moût de raisin préalablement soumis à l'ébullition, et il a reconnu que le suc de fruit ne fermentait pas, parce qu'il n'avait pas reçu l'influence des particules solides tenues en suspension dans l'air.

» Mon confrère me permettra de lui dire que, dans la description de cette expérience, que j'attendais depuis si longtemps, je trouve bien des omissions; elles sont même de telle nature qu'il m'est impossible d'apprécier l'exactitude de l'observation et de la contrôler par de nouveaux essais.

» En effet, si l'air contient autant de germes que le croit M. Pasteur, s'il s'en trouve à la surface du raisin en quantité suffisante pour expliquer la fermentation de nos cuves de vendange, je ne vois pas comment notre confrère empêche ces germes de pénétrer dans son ballon; le suc de raisin, introduit dans cet appareil par la méthode que M. Pasteur fait connaître, devrait, d'après les travaux de notre confrère, entrer en fermentation.

» Mais j'ai à faire à M. Pasteur une objection plus grave encore que la précédente.

» Je voudrais connaître la quantité de suc de raisin que M. Pasteur a introduite dans le moût paralysé par l'ébullition, et aussi lui demander le procédé qu'il a employé pour faire arriver, sans le contact de l'air dans le liquide du ballon, cette goutte de suc qui a dû mouiller d'abord le tube soudé à l'appareil.

» Quoique privé des indications de M. Pasteur, à l'annonce de ses résultats, je ne suis pas resté inactif. Dès le mois de février, j'ai fait, moi aussi, et à ma manière, de nombreux essais sur la fermentation du suc de raisin retiré directement du fruit : eh bien, je déclare que la fermentation du suc de raisin ne s'accomplit pas, même dans l'air ordinaire, lorsqu'on opère sur une quantité trop faible de liquide ou dans des appareils trop étroits (1).

» Je suis donc disposé à croire que si M. Pasteur n'a pas constaté, dans son ballon, la fermentation du suc qu'il avait extrait d'un grain de raisin, ce n'est pas parce que ce liquide n'avait pas reçu l'influence des germes

---

(1) M. Fremy consulte son registre d'expériences et donne à l'Académie quelques détails sur l'appareil qu'il a employé pour étudier la fermentation du suc de raisin retiré de l'intérieur du fruit : ces expériences ont été faites dans le mois de février, avec le concours de M. Maudet, qui assiste avec tant d'intelligence M. Fremy dans ses recherches.

atmosphériques, *mais parce que le suc était en trop faible quantité et qu'il avait été placé dans des conditions où la fermentation alcoolique ne pouvait pas se produire*.

» Ne trouvant pas, dans les expériences de M. Pasteur, la rigueur que j'aurais désirée, il m'est donc impossible, quant à présent, *de confesser mes erreurs* et de donner à notre confrère la satisfaction qu'il m'a demandée.

» J'arrive aux observations de M. Pasteur, qui prouvent que des fruits placés dans de l'acide carbonique, c'est-à-dire à l'abri de tous germes atmosphériques, produisent de l'alcool.

» Il est important de faire remarquer d'abord que tous les fruits conservés à l'air dans des appareils fermés se trouvent exactement dans les conditions que M. Pasteur a réalisées; car on sait qu'en peu de temps un fruit transforme l'oxygène de l'air en acide carbonique; aussi tous les fruits enfermés dans des flacons produisent de l'alcool, comme dans les expériences de M. Pasteur.

» En consultant mon registre d'expériences, j'y trouve des résultats qui s'accordent entièrement avec ceux que M. Pasteur a constatés.

» Il y a six mois, à la demande de notre savant confrère M. Decaisne, j'ai placé dans de l'air atmosphérique et dans différents gaz des poires que j'avais comprimées avec le doigt, mais assez légèrement pour conserver sans altération la pellicule extérieure, qui ne présentait aucune déchirure; au bout de quelques jours, les fruits étaient devenus fortement odorants et contenaient des quantités très-notables d'alcool : une fermentation alcoolique s'était donc produite dans l'intérieur du fruit, et dans des conditions où les poussières de l'air ne pouvaient pas exercer d'influence.

» Dans d'autres essais, des cerises, des groseilles et du raisin ont été placés dans des flacons remplis d'acide carbonique; les sucs de ces fruits ont éprouvé également une fermentation alcoolique complète; la transparence de la pellicule des fruits permettait même d'apercevoir, dans l'intérieur des cellules, des bulles d'acide carbonique : preuve évidente de la fermentation intracellulaire et de l'action des ferments dans l'intérieur du tissu utriculaire.

» En présence de faits aussi éloquents, que notre confrère a constatés lui-même, je croyais, je l'avoue, que M. Pasteur allait faire ce qu'il avait demandé pour moi; *qu'il confesserait ses erreurs* devant l'Académie, en déclarant que si les poussières atmosphériques ont une action destructive qu'il ne faut pas méconnaître, on doit admettre aussi que l'organisation a le pouvoir de déterminer des décompositions en créant des ferments.

» Après cette déclaration le débat était clos, je dois le dire à l'honneur des deux adversaires; mais les choses ne se sont pas passées ainsi.

» Au lieu de reconnaître simplement la production des ferments alcooliques par les cellules vivantes, notre confrère est venu présenter à l'Académie cette théorie spécieuse qu'elle a entendue, et qui tendrait à établir que, dans les expériences précédentes, la production de l'alcool ne peut pas être assimilée à une fermentation ordinaire, parce qu'on ne constate pas la formation d'une levûre alcoolique dans l'intérieur des cellules qui ont donné naissance à de l'alcool; en un mot, pour ne pas admettre la production des ferments par l'organisme, M. Pasteur est obligé de soutenir que ce sont les cellules elles-mêmes qui, en présence de l'acide carbonique, fonctionnent comme des ferments, mais que ce phénomène ne constitue pas une fermentation. En raisonnant ainsi, M. Pasteur me fait déjà une grande concession; mais je ne la trouve pas suffisante encore.

» Je demanderai à notre confrère s'il connaît assez bien toutes les formes que peuvent affecter les différents ferments alcooliques pour déclarer que les fruits qui ont produit de l'alcool dans une atmosphère d'acide carbonique ne contenaient pas quelques-uns de ces ferments alcooliques qui varient avec les milieux fermentescibles.

» J'ai examiné bien souvent au microscope les sucs et le parenchyme des fruits, avant ou après leur fermentation, *et j'affirme que j'y ai trouvé une quantité innombrable de corpuscules qui présentent toute l'apparence de ferments organisés* : comme tous les organismes en voie de développement, le ferment alcoolique peut se présenter sous les formes les plus diverses; il existe déjà, mais à l'état insaisissable, dans le suc du grain de raisin que l'on fait sortir du fruit par la pression et qui paraît clair; bientôt il apparaît sous l'aspect de petits corpuscules microscopiques très-tenus; prenant ensuite un nouveau développement, il se précipite au fond des liqueurs avec la forme bien connue des grains de levûre.

» Si donc M. Pasteur n'a pas trouvé de ferments alcooliques dans les fruits qui ont fermenté dans l'acide carbonique, c'est que ces corpuscules n'avaient pas leur forme habituelle, ou qu'ils n'étaient pas arrivés à un développement suffisant pour être reconnus.

» La fermentation des fruits, placés dans l'acide carbonique ou dans tout autre gaz asphyxiant, doit être expliquée d'une manière beaucoup plus simple que par la théorie de M. Pasteur.

» Tant que les fruits se trouvent dans l'air atmosphérique, c'est-à-dire dans une atmosphère oxygénée, ils vivent, ils respirent et ils ne fermentent

pas; ils transforment, il est vrai, l'oxygène en acide carbonique; si ce gaz est remplacé par une nouvelle quantité d'oxygène, la décomposition organique ne se produit pas. Mais lorsque les fruits sont maintenus dans de l'acide carbonique, la respiration normale ne pouvant plus s'effectuer, c'est alors que commence le travail de la décomposition organique, que les cellules créent des ferments, et que leur présence s'annonce par la formation de l'alcool.

» C'est là, selon moi, la véritable explication de la fermentation intracellulaire des fruits placés dans l'acide carbonique.

» Je ne veux pas insister plus longuement sur ces interprétations théoriques; je me contente de constater le fait capital qui aujourd'hui est admis par M. Pasteur : c'est que des fruits abandonnés dans de l'acide carbonique pur et soustraits par conséquent à l'influence des poussières atmosphériques peuvent produire de l'alcool.

» En présence d'un pareil résultat, je demande à tous ceux qui n'ont pas un parti pris dans la question, s'il est possible d'accepter encore la théorie de M. Pasteur, qui se résume dans les termes suivants :

« *La fermentation alcoolique n'est jamais produite que par l'action des cor-*
» *puscules solides qui sont tenus en suspension dans l'air?* »

» Je crois avoir suffisamment motivé la réponse que M. Pasteur m'a demandée ; cependant, dans la question que notre confrère m'a adressée, il y avait évidemment une pensée qu'il n'a pas exprimée et que je dois traduire ici.

» En me priant de formuler une seconde fois mon opinion sur les résultats qu'il avait annoncés dans une séance précédente, M. Pasteur voulait sans doute me demander en même temps si j'avais fait une quantité suffisante d'expériences pour combattre d'une manière aussi nette ses affirmations.

» Voulant répondre à cette question sous-entendue, je ne puis mieux faire que de soumettre à mon confrère le programme des essais que je poursuis depuis une année; il reconnaîtra, je l'espère, que, lorsque je suis obligé, comme aujourd'hui, de répondre à ses interpellations, mes opinions sont appuyées sur un nombre considérable d'expériences.

» 1° *Expériences sur l'orge germée.* Elles ont pour but d'établir que, quand l'orge est abandonnée dans de l'eau sucrée et qu'elle produit successivement les fermentations alcoolique, lactique, butyrique et acétique, ces modifications sont dues à des ferments qui s'engendrent dans l'intérieur même du grain et non à des germes atmosphériques.

» Cette partie de mon travail comprend plus de quarante expériences différentes.

» 2° *Essais sur la levûre de bière.* Je me suis proposé dans ces expériences d'étudier comment la levûre de bière se produit, quels sont les éléments qui concourent à sa formation; comment elle se développe et comment elle se détruit; j'ai examiné dans cette partie du travail l'action que la levûre altérée exerce sur les milieux fermentescibles; j'ai étudié l'influence de la chaleur et celle du froid sur l'activité des levûres.

» 3° *Étude chimique des principales moisissures.* Je cherche à rétablir ici, par des expériences nombreuses, la part qu'il faut faire, dans les fermentations, aux moisissures et aux ferments.

» 4° *Influence de la forme des appareils et des quantités de liquides fermentescibles sur les phénomènes de fermentation.* C'est dans cette partie du travail que j'ai reconnu qu'une goutte de suc de raisin, placée dans des tubes étroits, ne se comportait pas comme le jus de raisin qui est abandonné dans une cuve de fermentation.

» 5° *Fermentation des liquides produits par l'organisation animale, tels que le lait, le sang et l'urine.* Ici mes essais sont nombreux et variés; j'ai suivi plus de cinquante expériences différentes sur les fermentations que le lait peut éprouver; elles ont pour but de démontrer que les fermentations du lait ne peuvent pas être attribuées aux germes atmosphériques.

» 6° *Fermentations intracellulaires produites dans les tissus des végétaux.* Je me suis proposé, dans cette étude, d'expliquer par les fermentations intracellulaires ces destructions successives de principes immédiats qui s'opèrent pendant la maturation des fruits et même la décomposition du tissu cellulosique des végétaux : je désigne cette dernière altération sous le nom de *fermentation cellulosique.*

» 7° *Fermentations des principaux fruits : cerises, fraises, groseilles, poires, pommes et raisin.* On comprend que cette partie de mon travail est de beaucoup la plus étendue. Mes expériences ont consisté principalement à déterminer l'influence que peuvent exercer dans les phénomènes de fermentation l'air et ses poussières, et ensuite les différentes parties des fruits, telles que la cuticule, les cellules qui s'y rattachent, les cellules du parenchyme, les organismes tenus en suspension dans le suc et les substances solubles qu'il contient. J'ai varié enfin de toute façon la célèbre expérience de Gay-Lussac, en étudiant l'influence que l'oxygène et les autres gaz exercent sur différents fruits entiers et écrasés.

» C'est l'ensemble de toutes ces observations qui m'a permis de réfuter

immédiatement, dans la séance du 7 octobre, la Communication que M. Pasteur venait de faire; c'est lui aussi qui me met à même aujourd'hui d'adresser à notre confrère la réponse motivée qu'il m'a demandée dans la dernière séance. »

Observations verbales de **M. Pasteur** *au sujet de la lecture de M.* Fremy.

« M. Fremy vient de terminer sa lecture en parlant de mes interpellations.

» N'intervertissons pas ainsi les rôles. La discussion qui se poursuit en ce moment est née, il y a un an, par une interpellation directe de M. Fremy, qui s'est fait alors le champion de la science allemande, à la suite de ma réponse à M. Liebig, et quoique le nom de M. Fremy n'eût pas été prononcé par moi.

» La discussion a repris dans la séance du 7 octobre courant, encore sur une interpellation de M. Fremy, quoique je n'eusse pas davantage prononcé son nom dans les deux Notes que je venais de communiquer à l'Académie.

» Je regrette vivement que M. Fremy, au lieu de répondre avec brièveté à la question que je lui ai posée, ait cru devoir s'engager dans une de ces dissertations où l'on trouve tout, excepté ce qui est véritablement en question. Dans cette longue lecture de M. Fremy, je ne trouve aucune expérience nouvelle, et seulement des affirmations ou des négations sans preuves.

» Je vais essayer de serrer davantage la discussion.

» Voici une des expressions de la théorie de M. Fremy prise dans une de ses Notes des *Comptes rendus*.

» On lit page 210, séance du 15 janvier 1872 :

« Pour ne parler ici que de la fermentation alcoolique, j'admets que, dans la production du vin, c'est le suc même du fruit qui, au contact de l'air, donne naissance aux grains de levûre par la transformation de la matière albumineuse, tandis que M. Pasteur soutient qu'elle a pour origine des germes extérieurs à l'enveloppe du grain. »

» J'ai dit alors à M. Fremy, sous cette forme vive et incisive, que je le remercie d'avoir rappelée, forme vive que je reconnais m'être propre dans la défense de la vérité, que je regrette toujours quand elle a dépassé les bornes de la courtoisie, mais que je déclare n'être jamais associée à des sentiments hostiles pour mes contradicteurs, tant que je les juge de

bonne foi ! « Confesseriez-vous vos erreurs, si je vous démontrais qu'on » peut extraire le jus de l'intérieur d'un grain de raisin, sans que jamais » la fermentation puisse avoir lieu? »

» M. Fremy comprenant toute la portée de ma question me répondit qu'il ne se rendait pas si facilement, qu'il attendrait le résultat de mon expérience et le détail de son exécution pour la juger. Ce résultat, ces détails, tout lui est connu aujourd'hui : j'ai démontré péremptoirement, dans la séance du 7 octobre courant, 1° que le jus trouble de l'intérieur d'un grain de raisin déposé dans du moût de raisin cuit ne provoque pas la fermentation; 2° qu'au contraire l'eau de lavage de la surface de grains de raisin la détermine avec production de cellules de levûre; 3° qu'enfin cette fermentation n'a plus lieu si l'on fait au préalable bouillir cette eau de lavage avant de l'introduire dans le moût.

» Ces trois expériences comparatives démontrent que la levûre du raisin ne vient pas du suc même du fruit, comme le prétend gratuitement M. Fremy, mais de l'extérieur. M. Fremy, cherchant à paraître profond, fait une distinction radicale, toujours gratuite, entre les levûres alcooliques et les moisissures. Là n'est pas la question. Que la levûre vienne du ciel ou de la terre, de ceci ou de cela, peu importe. Elle vient de l'extérieur. Voilà ma proposition, et je la démontre avec la clarté de l'évidence. Vous dites, vous, qu'elle vient de l'intérieur, et vous le dites hypothétiquement. Mes expériences mettent donc au pied du mur, je tiens à cette expression, votre hypothèse gratuite que j'ai rappelée tout à l'heure, à savoir : que la matière albumineuse du grain de raisin se transforme en levûre alcoolique au contact de l'air.

» Poussé dans ses derniers retranchements par ces trois expériences décisives, que répond M. Fremy? Il ne craint pas d'affirmer que le résultat de mon expérience sur la goutte de jus de raisin s'explique par un fait nouveau qu'il aurait observé et qu'il exprime, je crois, ainsi : la fermentation n'est pas possible pour de si petites quantités de matière. Mais pourquoi donc la goutte d'eau de lavage que je sème dans le moût provoque-t-elle la fermentation? La force de cet argument n'échappe pas à M. Chevreul, qui a la bonté de me la faire remarquer. M. Fremy a donc oublié cette contre-partie de mon expérience, quand il en a appelé à cette étrange affirmation, QUE LES PETITES QUANTITÉS NE FERMENTENT PAS.

» On sait que M. Fremy a donné, toujours sans la moindre preuve sérieuse, une autre forme à sa théorie. Pour échapper au reproche d'être

hétérogéniste, comme M. Trécul, qui veut que la levûre soit spontanée, M. Fremy a imaginé ce qu'il appelle l'*hémiorganisme :* la matière albumineuse n'est pas, dit-il, une matière chimique ordinaire, elle est hémiorganisée ou, encore, ce sont les cellules du grain de raisin qui engendrent le ferment appelé *levûre de bière*. C'est bien le propre des théories vagues de revêtir ainsi des formes diverses, véritables caméléons propres à prendre tous les aspects.

» Ici, de même, tout peut, néanmoins, se résoudre par un fait. Le jus trouble de l'intérieur du grain de raisin, dont je viens de parler, renferme ces cellules du fruit, et nous venons de voir que ces cellules n'engendrent pas, comme le voudrait M. Fremy, des cellules de levûre. Mais il y a plus : par les expériences de ma seconde Note, du 7 octobre, j'ai démontré deux faits considérables et nouveaux, savoir : 1° que les cellules du grain de raisin placées dans l'acide carbonique forment immédiatement de l'alcool; 2° qu'il n'y a pas apparition de cellules de levûre dans cette expérience (1).

» M. Fremy qui, paraît-il, ne m'avait pas compris quand j'ai exposé ces faits en sa présence, s'est empressé d'écrire, dans les *Comptes rendus*, p. 791, que j'étais en contradiction avec moi-même; que, puisque les ferments s'étaient produits dans l'intérieur des cellules, leur génération n'était donc pas due à des germes qui existeraient dans l'air. Or, c'est tout le contraire que j'ai dit. C'est une erreur échappée à l'attention de M. Fremy; il le sait aujourd'hui, car il a lu, à tête reposée, ma dernière Note du 7 octobre sous forme écrite. Que fait alors M. Fremy? Il nie le fait de l'absence des cellules de levûre dans les cellules du fruit sortant du gaz acide carbonique. Seulement, comme il ne peut pas dire qu'il y avait des cellules de levûre, quand j'affirme que je n'en ai pas vu, il ajoute : « M. Pasteur est-il » bien sûr de connaître toutes les formes possibles que la levûre de bière peut revêtir? »

» Ce n'est pas là de la discussion sérieuse. S'il y avait eu dans les grains de raisin des formes de cellules de levûre qui m'auraient échappé, parce

(1) Dans les groseilles, fruits de tout autre nature que les raisins et les prunes, il m'est arrivé souvent de constater la présence de la petite levûre alcoolique des fruits acides, signalée déjà autrefois dans ma Note du *Bulletin de la Société chimique* de 1862. Dans l'intérieur des pommes, très-saines d'apparence, on trouve souvent des moisissures. Les grains de raisin, eux aussi, peuvent donner lieu à une pénétration de l'extérieur à l'intérieur. Dans l'arrière-saison, les raisins conservés sont rarement sains. Ils renferment à l'insertion du pédoncule de la grappe des mycéliums de moisissures en abondance.

que la science les ignore, du moins ces cellules pourraient-elles se propager. Or, j'ai semé, par la méthode que j'ai fait connaître, le jus intérieur d'un grain de raisin sortant de l'acide carbonique dans du moût cuit, et il n'y a eu ni fermentation, ni production de cellules de levûre. En conséquence, ici encore l'opinion de M. Fremy est mise au pied du mur.

» Je le répète donc : dans aucune circonstance, la matière albumineuse du jus de raisin ou les cellules de ce fruit n'engendrent des cellules de levûre.

» Je regrette que M. Fremy ne se rende pas à l'évidence et qu'il n'imite pas l'exemple de M. Donné, bien connu de l'Académie par des travaux très-recommandables, qui s'est honoré en venant déclarer devant elle qu'il se rangeait à nouveau contre les hétérogénistes, après avoir rectifié, par des expériences rigoureuses, les erreurs qui lui avaient échappé d'abord, dans ce sujet difficile (1). »

Seconde réponse à M. Pasteur, *par* **M. É. Fremy.**

« Les nouveaux détails que M. Pasteur vient de donner sur son expérience du raisin, qui devait, comme il l'a répété encore dans cette séance, *mettre ma théorie au pied du mur*, me permettent d'accentuer avec plus de netteté et de précision les objections que j'adresse à notre confrère.

» M. Pasteur a expliqué comment il fait arriver, à l'abri des poussières de l'air, une goutte de suc de raisin dans un ballon qui contient plus de 100 grammes de moût de raisin, paralysé par l'ébullition : après avoir noyé ainsi cette goutte de suc de fruit dans une quantité considérable de liquide inerte, notre confrère ne constate aucune fermentation, comme il fallait bien s'y attendre; il tire cependant de cette observation la conclusion suivante : si la goutte de suc de raisin n'a pas fermenté, c'est qu'elle ne s'est pas trouvée en rapport avec les poussières de l'air; donc les particules tenues en suspension dans l'air sont les seuls agents de la fermentation alcoolique!

» Je réponds à M. Pasteur que cette expérience n'a pour moi aucune espèce de valeur, dans la discussion qui s'agite devant l'Académie.

» Dans des expériences que j'ai variées à l'infini, j'ai reconnu qu'il était presque impossible de déterminer une fermentation alcoolique, appréciable

(1) M. Pasteur, conformément à la demande faite par M. Fremy, entre dans tous les détails de la première série de ses expériences du 7 octobre courant.

M. Pasteur ajoute, en outre, qu'il a apporté à la séance et qu'il est prêt à faire passer

par ses résultats, dans une seule goutte de suc de raisin, et j'ajoute que cette fermentation doit être plus difficile encore, comme l'a dit avec beaucoup de justesse notre confrère M. Trécul, lorsque cette goutte se trouve *noyée* dans une quantité considérable de suc soumis préalablement à l'ébullition.

» M. Pasteur n'accepte pas cette objection, et, pour montrer que la goutte de suc de raisin est bien fermentescible, il agite son ballon avec vivacité, il fait entrer dans son intérieur quelques germes atmosphériques, il produit ainsi des moisissures et de la fermentation.

» J'adresse de nouveau à notre confrère la réponse que je lui ai faite bien souvent et qui a pour moi une importance considérable.

» Lorsque le ballon est agité avec vivacité et qu'on fait entrer ainsi dans l'intérieur de l'appareil des poussières atmosphériques, il se produit des moisissures qui engendrent des ferments; ces derniers font ensuite fermenter le suc de fruit : cette observation ne confirme donc pas la théorie que soutient M. Pasteur, car elle revient à dire qu'il existe dans l'air des spores de moisissures, et que les moisissures peuvent engendrer des ferments. Or j'ai admis ce fait dans toutes mes Communications précédentes sur les fermentations, et je m'en suis même servi pour combattre les théories de M. Pasteur.

» Si en effet les moisissures engendrent les ferments, comme cela a été établi par les travaux de plusieurs savants étrangers, par ceux de M. Trécul et par quelques observations que j'ai faites moi-même sur les moisissures de l'acide tartrique, n'est-il pas évident que les théories de M. Pasteur, qui refusent à l'organisme la possibilité de créer des ferments, ne sont plus soutenables?

» Aussi M. Pasteur, qui comprend toute la gravité de cette objection, nie-t-il avec énergie, comme il vient de le faire encore dans cette séance, la production des ferments par les moisissures; mais j'espère que notre confrère sera bientôt obligé de se rendre à l'évidence, et qu'il admettra avec nous que l'organisation crée tous les ferments.

» C'est de la fermentation intracellulaire que je tirerai certainement les plus forts arguments contre la théorie de M. Pasteur. Il est bien établi aujourd'hui qu'il peut se former de l'alcool dans l'intérieur des cellules d'un

---

sous les yeux de l'Académie des dessins représentant, outre les germes des cellules de la levûre, tels qu'ils existent à la surface des grains de raisin ou du bois de la grappe, la transformation morphologique de ces germes en véritables cellules de levûre.

fruit sans la participation des germes atmosphériques; mais c'est sur l'interprétation de ce phénomène que porte la discussion.

» D'après M. Pasteur, la fermentation intracellulaire des fruits n'est pas une véritable fermentation alcoolique, parce que, en étudiant au microscope le suc fermenté, il n'y a pas retrouvé de cellules de levûre.

» Pour notre collègue, la fermentation alcoolique est donc caractérisée par l'existence des cellules qu'il a décrites dans ses Mémoires; il admet, en outre, que ces organismes ne passent pas par des états intermédiaires d'organisation, *et qu'ils apparaissent tout d'un coup dans le liquide qui fermente, avec une forme et une dimension qui ne varient pas.*

» Or M. Pasteur, n'ayant pas retrouvé dans les fruits placés dans l'acide carbonique les cellules de levûre qu'il connaissait, en a tiré cette conclusion que, *malgré la présence de l'alcool*, il ne s'était pas produit dans le fruit de véritable fermentation alcoolique.

» Je repousse complétement cette interprétation théorique de la fermentation intracellulaire des fruits.

» Pour moi, la définition des fermentations ne repose pas sur la forme, la vie et le développement des ferments qui apparaissent dans les milieux fermentescibles, mais bien sur les produits de la fermentation : on sait en effet qu'il existe un grand nombre de ferments qui ne sont ni organisés ni vivants.

» Lorsqu'un liquide organique, comparable à celui qui existe dans les cellules du péricarpe d'un fruit, produit de l'acide carbonique et de l'alcool, je soutiens que ce suc a éprouvé la fermentation alcoolique : je n'admettrai jamais qu'on puisse nier le phénomène de la fermentation parce qu'on n'a pas retrouvé, dans la liqueur fermentée, les cellules de levûre avec leur forme et leurs dimensions habituelles. Les ferments alcooliques affectent les formes les plus variées, qui peuvent échapper à l'observation, et un organisme, comme une cellule de levûre, passe incontestablement par plusieurs états intermédiaires avant de présenter les dimensions qu'on lui connaît.

» Tels sont les principes que j'ai toujours admis dans mes recherches sur la fermentation.

» En résumé, à la suite de cette longue discussion sur la génération des ferments, on voit que les arguments se condensent et que le débat se simplifie.

» J'ose espérer que la génération des ferments par l'organisme ne sera plus contestée par personne si je démontre que des végétaux, tels que les moisissures, engendrent des ferments, et que la production intracellulaire de

l'alcool dans l'intérieur d'un fruit est une véritable fermentation alcoolique.

» C'est sur ce terrain que je me placerai dans ma première Communication. »

M. **Pasteur** déclare qu'il a répondu complétement à M. Fremy, dans la Note reproduite plus haut.

Note de **M. A. Trécul**, *concernant l'origine des levûres.*

« L'expérience dans laquelle M. Pasteur introduit, dans un flacon contenant environ 150 centimètres cubes de suc de raisin qui a été porté à l'ébullition, une goutte de suc de raisin pris avec précaution dans l'intérieur du fruit même, me paraît avoir une autre signification que celle que l'auteur lui attribue.

» Pour que la levûre, qui est formée de cellules vivantes, de l'avis même de notre confrère, puisse se développer dans ce liquide, il faut que la goutte de suc, ou une parcelle de cette goutte, conserve sa vitalité, qu'elle continue de vivre pour engendrer cette levûre. Or une simple goutte de suc, divisée au milieu de 150 centimètres cubes d'un liquide tué par la coction, me paraît dans des conditions bien défavorables à la conservation de la vitalité nécessaire. Il n'est donc pas surprenant que, dans neuf flacons sur dix mis en expérience, notre confrère obtienne un résultat négatif.

» N'y a-t-il pas quelque raison de croire que, dans ces neuf flacons, le suc introduit vivant a été tué, et que, dans le dixième, il a conservé assez de vitalité pour donner naissance à la levûre qui a été produite?

» Il ne me semble pas impossible que cette dixième expérience soit la bonne, et que les neuf premières soient défectueuses. Quant à celle dans laquelle les dix flacons ont reçu une goutte de liquide de lavage des grains de raisin, la constance du succès n'a pas lieu de nous étonner. On sait depuis longtemps, surtout depuis la réponse de M. Hoffmann à M. Karsten, qu'il existe des spores et autres cellules de champignons à la surface des fruits, et qu'elles sont susceptibles de produire de la levûre (1). Tout en montrant que les expériences de M. Bail contiennent une cause d'erreur (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 212 et 368, et t. LXXIII, p. 1456), j'ai moi-

(1) En mars dernier, j'ai trouvé sur le raisin assez bien conservé et sur le raisin altéré à des degrés divers plusieurs champignons ou leurs spores. Il y avait : 1° deux champignons que je ne sais à quel genre rapporter, ne les ayant vus qu'imparfaits; 2° des spores d'un *Helmisporium*, qui croissait sur les fragments de rameaux auxquels étaient attachées les grappes, et qui est voisin de l'*H. stemphylloides*, Cord.; 3° un *Torula*; 4° le *Botrytis acinorum*

même plusieurs fois soutenu ici que les spores de *Penicillium* peuvent se changer en levûre alcoolique.

» Notre confrère assure (p. 782 de ce volume) que la levûre qui fait fermenter le suc de raisin dans la cuve de vendange vient de l'extérieur et non de l'intérieur des grains.

» Il y a pourtant un autre travail de M. Pasteur, qui peut inspirer des doutes à cet égard. Dans une Note insérée dans le *Bulletin de la Société chimique de Paris* pour l'année 1862, notre confrère admet deux sortes de levûres dans la cuve de vendange : une levûre plus petite qu'il qualifie de *spontanée*, et une levûre plus volumineuse, en articles plus ou moins allongés, qui serait même, à proprement parler, la véritable levûre de raisin. On voit nettement le mélange des deux levûres dès le lendemain de la mise en cuve.

» Il n'y a pas longtemps (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 211) que M. Pasteur disait : « Le germe de la levûre de raisin est le germe du *mycoderma* » *vini*; » et il pense que ce germe, qui serait un des plus répandus dans l'atmosphère, existe à la surface du raisin.

» On eût pu alors objecter à notre confrère que les germes tombés de l'air directement dans la cuve du vigneron, et ceux qu'apporte le raisin, étant de même nature, doivent engendrer une levûre semblable.

» On trouve dans la Note de 1862 la relation d'une expérience qui, à mon avis, est favorable à l'origine hétérogénique de cette levûre. Voici cette expérience : « ... Le jus de raisins mûrs est très-propre à ce genre d'essais. Son acidité naturelle s'oppose entièrement à la production des bactériums; il convient d'ailleurs très-bien à la *formation spontanée* des levûres. *Enfin la filtration peut l'amener à un état de limpidité aussi grand que celui de l'eau distillée. Or, le moût de raisin donne lieu dans ces conditions à des cellules de levûre* qui n'offrent de mélange avec quoi que ce soit d'étranger à leur nature, si ce n'est, dans certains cas, à de petits cristaux limpides, brillants,

---

sur les grains les plus altérés; 5° le *Penicillium glaucum*, qui était de beaucoup le plus fréquent.

Les spores de ce dernier champignon grossissaient à la surface du grain de raisin, surtout s'il était altéré, prenaient souvent l'aspect de la levûre alcoolique à contenu un peu granuleux, et germaient assez fréquemment. Le stigmate était la première partie du grain envahie par le *Penicillium*, dont le développement peut commencer toutefois sur les pédoncules. Bien que ce ne soit pas en mars qu'il convienne d'examiner le raisin, mais à l'époque même de la vendange, ce que je n'ai pas fait cette année, empêché par d'autres occupations, il me semble que la prédominance du *Penicillium* à sa surface est favorable à l'hypothèse d'une telle origine pour la grosse levûre de vendange de M. Pasteur.

de tartrate de chaux. Cette observation si facile et si simple à reproduire ne démontre-t-elle pas que l'on n'a pas de motifs sérieux de penser que l'apparition des levûres est liée à la présence des bactériums. »

» Que l'expérience de M. Pasteur prouve que la levûre alcoolique peut naître sans que des bactéries soient apparues auparavant, je veux bien l'admettre; mais elle ne démontre rien contre mon assertion de l'identité des bactéries avec la levûre lactique, ni contre celle de la tranformation de la levûre lactique en levûre alcoolique (1). En outre, la description de M. Pasteur tend à montrer que ce sont les matières en dissolution qui ont produit la levûre alcoolique dans son suc de raisin parfaitement filtré.

» Je sais bien qu'un peu plus loin M. Pasteur cherche à prévenir cette objection en disant que la levûre n'est pas née *à même les matières en dissolution*, attendu que le jus filtré ne présente pas toutes les tailles de globules depuis le point apercevable, et qu'il n'y a jamais de très-petits globules isolés.

» Je n'ai pas vu ce qui s'est passé dans le flacon de M. Pasteur; mais il est très-facile de montrer de la levûre alcoolique, de la levûre de bière, par exemple, commençant par des corpuscules d'une extrême ténuité, et présentant toutes les dimensions intermédiaires entre le volume de ces corpuscules ponctiformes et celui de la levûre complétement développée.

» Si la levûre alcoolique avait, dès le moment de son apparition, le volume qu'elle doit toujours conserver, il serait impossible que des corps de cette dimension tombassent de l'atmosphère sans que l'observateur s'en aperçût. Or, le liquide de M. Pasteur était parfaitement limpide, et ne renfermait pas de granulations. On est donc autorisé à croire que la levûre *spontanée* de M. Pasteur l'était réellement, qu'elle est née des matières en dissolution, et que, suivant son expression, *le moût de raisin donne lieu, dans ces conditions, à des cellules de levûre* qui n'offrent de mélange avec quoi que ce soit d'étranger à leur nature. »

---

(1) L'observation de M. Pasteur n'est pas du tout incompatible avec celle sur laquelle se fonde mon assertion, que la levûre lactique, que je regarde comme formée par les bactéries, peut se changer en levûre alcoolique, parce que c'est dans des circonstances tout à fait différentes que j'ai reconnu cette transformation. J'ai dit que du moût de bière préparé avec soin, entre 65 et 70 degrés, et que l'on place, sans l'ensemencer, dans des flacons bouchés comme je l'ai décrit plusieurs fois, produit bientôt des bactéries et la fermentation lactique, et que quelques jours plus tard apparaît la levûre alcoolique. C'est pendant des fermentations alcooliques très-énergiques, survenues dans de telles conditions, que j'ai vu les petites cellules de levûre lactique grossir et prendre tous les caractères de la levûre de bière.

Réponse de M. Pasteur *à M.* Trécul.

« M. Trécul vient de nous dire, hypothétiquement, que peut-être la goutte intérieure du grain de raisin que je sème dans le moût n'a plus la vie nécessaire pour se transformer en cellules de levûre. Je fais observer à M. Trécul qu'elle en a certainement tout autant que le jus de grains de raisin écrasés et broyés.

» M. Trécul revient, en outre, sur une de mes observations publiées en 1862, observation qui démontre qu'on ne saurait prétendre que la levûre est spontanée ou qu'elle naît de bactériums, deux des opinions de M. Trécul. Mon expérience prouve, et j'en garantis l'exactitude, 1° que la levûre du raisin ne vient pas de bactériums, car ce jus est tout à fait impropre à donner naissance à des bactériums, et la levûre, par contre, y apparaît fort bien; 2° qu'on ne saurait soutenir que la levûre du raisin naît spontanément de la matière albumineuse dissoute, car il faudrait pour cela qu'il y eût des cellules de levûre de toutes les tailles, depuis le point apercevable jusqu'au volume ordinaire de la levûre, ce qui n'est point. La levûre apparaît de prime-saut avec sa grosseur. Il n'y a au-dessous de cette taille que de petits bourgeons détachés de plus grosses cellules, mais jamais toutes les tailles entre ces petits bourgeons détachés et la dimension des premiers points apercevables. »

MÉCANIQUE. — *Note concernant un nouveau théorème de Mécanique générale; par* M. Yvon Villarceau.

« L'objet de ma Communication du 27 juillet était de signaler l'existence d'un nouveau théorème de Mécanique générale. Grâce à la publicité de nos *Comptes rendus*, les savants que ce sujet intéresse en ont pu prendre connaissance. J'ai déjà eu l'occasion de présenter les remarques auxquelles il a donné lieu de la part de M. de Gasparis, et l'Académie, dans sa dernière séance, a reçu de M. Clausius une Note dans laquelle le même sujet est traité, avec de nouveaux développements d'un grand intérêt. Je demande à l'Académie la permission d'examiner un point de la Note de notre savant correspondant.

» On peut se rappeler les réserves que j'ai faites, dans ma Communication du 29 juillet, quant aux droits que pouvaient avoir d'autres savants à la découverte du nouveau théorème : j'ai cité le théorème de M. Clausius et l'ai comparé à celui qui faisait l'objet de la Note du 29 juillet, et j'ai conclu

en ces termes : « Le nouveau théorème présente donc une généralité qui » manque à *celui* de M. Clausius. »

» Dans sa récente Communication, M. Clausius conteste la validité de cette conclusion. Je ne discuterai pas les arguments de notre confrère ; ce serait tout à fait inutile : entre lui et moi, il n'existe en effet qu'un malentendu portant sur la proposition que j'ai désignée par *théorème de M. Clausius*. J'avais cependant rappelé, dans ma Note du 29 juillet, l'énoncé suivant emprunté à l'auteur lui-même : « *La force vive moyenne est égale au* » *viriel* », en joignant à cet énoncé l'expression analytique correspondante. En comparant ce théorème avec celui que je signalais à l'attention de l'Académie, j'ai dit et je répète : « Il nous semble que ces deux théorèmes ne » sauraient être confondus ; car dans l'un il s'agit de la force vive *moyenne*, » tandis que dans l'autre figure la force vive réelle ; la même considéra- » tion s'applique au viriel et à la quantité dont le viriel est la valeur » *moyenne* ». J'aurais pu me borner à cette simple comparaison, pour conclure que « le nouveau théorème présente une généralité qui manque » à celui de M. Clausius » : j'ai ajouté, par erreur, que deux termes ont disparu du théorème de M. Clausius, tandis que le premier seulement de ces termes manque; mais il suffit que ce terme ne figure pas dans ce théorème, pour en diminuer la généralité.

» Il est donc clair que, si les mots *théorème de M. Clausius* ne désignent pas autre chose que le théorème dont j'ai reproduit l'énoncé et la formule, mon assertion est complétement justifiée.

» Voici l'origine du malentendu. M. Clausius termine ainsi sa Communication du 20 juin 1870 :

« Ainsi notre théorème est démontré, et l'on voit même qu'il n'existe pas seulement pour le système entier des points et pour les trois coordonnées, prises ensemble, mais aussi pour chaque point et pour chaque coordonnée séparément. »

» En réalité, d'après cet énoncé, il existe deux théorèmes distincts, l'un concernant les mouvements suivant les axes coordonnés, et l'autre concernant les mouvements réels. Or, de ces deux théorèmes je n'ai pu comparer et discuter que le second, le seul qui, d'après les définitions de l'auteur, comporte l'emploi des expressions *force vive moyenne* et *viriel* (*).

(*) Le premier de ces théorèmes serait représenté par l'équation

$$(a)\qquad \sum \frac{m}{2}\overline{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2} = -\frac{1}{2}\sum \overline{\mathrm{X}x},$$

considérée comme ayant lieu pour toute direction de l'axe des x. M. Clausius est très-fondé

» En arrivant à cette séance, j'ai reçu de M. Darboux communication d'une lettre de M. Lipschitz, qui doit être publiée, en partie, dans le prochain numéro du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*. Le savant professeur de l'Université de Bonn fait un historique qui me paraît devoir prendre place dans la présente Note. En conséquence, j'extrais de la lettre de M. Lipschitz les lignes suivantes :

« Je suis en mesure d'indiquer plusieurs travaux qui sont dans les rapports les plus étroits avec le théorème publié par M. Villarceau. D'abord dans le Mémoire de Jacobi : *Ueber die Reduction der Integration der partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung zwischen irgend einer Zahl Variabeln auf die Integration eines einzingen Systems gewöhnlicher Differentialgleichungen*, du 9 novembre 1836 (*Journal de Crelle*, t. 17, p. 97-162; la fin de l'article 6, p. 118 à 122); en second lieu, les recherches précédentes plus développées dans l'Ouvrage de Jacobi : *Vorlesungen über Dynamik* (Berlin, 1866, à la fin de la 4ᵉ Leçon, p. 21-30); en troisième lieu, un travail que j'ai publié dans le *Journal de Borchardt*, 16 octobre 1866, t. 66, p. 363-374 : *Ueber einen algebraischen Typus der Bedingungen eines bewegten Massensystems*, où sont mentionnés les travaux que je viens de signaler de Jacobi. J'ai indiqué verbalement l'existence de ces trois Mémoires à M. le professeur Clausius, quand ce savant publia une première Note sur les recherches dont il a été question plus haut dans les *Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur-und Heilkunde zu Bonn* (Juin 1870, p. 114). »

» Quant à la question de savoir si le théorème présenté à l'Académie le 29 juillet est réellement nouveau, M. Lipschitz ne paraît avoir aucun doute sur ce point ; car il continue en ces termes :

à considérer ce théorème comme plus général que le suivant

$$\sum \frac{m}{2}\overline{v^2} = -\frac{1}{2}\sum \overline{(Xx + Yy + Zz)}, \tag{b}$$

ou celui qui s'énonce *la force vive moyenne est égale au viriel*.

Si nous nous reportons maintenant à la dernière Communication de M. Clausius, nous y verrons figurer la relation notée (1), ou

$$\frac{m}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = -\frac{1}{2}Xx + \frac{m}{4}\frac{d^2(x^2)}{dt^2}, \tag{c}$$

qui se trouve employée subsidiairement, dans la Note du 20 juin 1870. En l'appliquant à l'ensemble des masses d'un système, on aurait un théorème assurément plus général que celui que j'ai signalé à l'Académie, mais qui cependant n'en peut tenir lieu. M. Clausius n'a pas formulé ce dernier dans sa Note du 20 juin 1870; comme il n'avait en vue que les relations entre les valeurs *moyennes* des diverses variables, il a transformé l'équation générale (c) en la relation particulière (a), et, de celle-ci, il a déduit le théorème (b). Ce théorème particularisé par la considération des moyennes, le seul auquel j'aie appliqué la dénomination de *théorème de M. Clausius* manque, comme je l'ai dit, de la généralité que comporte le nouveau théorème de Mécanique générale.

« Pour montrer avec évidence les rapports des Mémoires dont il a été question plus haut, avec le *théorème de M. Villarceau*, j'emploie les notations suivantes; etc. »

TEINTURE. — *Réponse aux allégations contenues dans un Rapport de M.* A. Gruyer *sur l'Exposition internationale de Londres en* 1871, *à propos des tapisseries des Gobelins* (fin); *par* **M. Chevreul.**

§ I. — *Quelques faits relatifs à la vision des couleurs.*

» Je n'ai pu composer un volume in-4° de 944 pages, intitulé *Exposé d'un moyen de définir et de nommer les couleurs*, sans m'être livré à un grand nombre d'expériences. Parmi elles, il en est qui concernent la vision même des rayons colorés isolés du spectre solaire; il en est d'autres qui, faites à l'occasion des *cercles chromatiques*, donnent lieu à des considérations générales qui ne sont pas dépourvues d'intérêt scientifique.

» Parmi les faits relatifs à la comparaison des couleurs des cercles avec des lumières colorées simples ou complexes, il en est un remarquable, c'est que toutes ces lumières concentrées au foyer d'un verre biconvexe sur un écran de calicot blanc donnent une image blanche, ou si elle est colorée, la teinte monte à peine à $\frac{1}{4}$ de ton d'une gamme formée de 20 tons du blanc au noir.

» Un fait remarquable encore, c'est que la couleur de la lumière se manifeste avec sa raréfaction. Exemple :

» Une lumière rouge transmise par un verre coloré en rouge de protoxyde de cuivre à une lentille dont la distance focale était de 0^{m}, 25, donnait un cercle blanc excessivement peu teinté, tandis que sur l'écran placé à

$0^{m},625$ du foyer,	une image circulaire de	$0^{m},067$ de diam.	apparte^t à la gamme	5 violet rouge,
1,410	»	0,155	»	5 »
2,360	»	0,255	»	rouge,
4,260	»	0,460	»	»

» Voilà des faits incontestables que j'ai observés avec M. Edmond Becquerel.

» Des faits importants pour les *constructions chromatiques*, et peu connus, ont été mis en évidence par mes travaux : c'est la différence qui peut exister entre les tons clairs et les tons foncés d'une même couleur quant à la facilité de les distinguer l'un de l'autre. Ainsi les tons clairs de la gamme bleue sont plus distincts entre eux que les tons bruns. Maintenant, qu'on y compare les tons clairs d'une gamme de jaune faite d'une manière indépen-

dante des tons de la gamme bleue, et les tons clairs de la gamme jaune seront moins distincts entre eux que ceux de la gamme bleue. Enfin, si l'on fait la gamme jaune de manière que ses tons clairs correspondent en hauteur aux tons clairs de la gamme du bleu, on ne pourra plus atteindre avec le jaune la hauteur des tons 19 et 20 du bleu. La gamme du rouge se place entre le jaune et le bleu, mais plus près du bleu que du jaune.

» La conséquence de l'observation des faits précédents, c'est que l'harmonie des cercles chromatiques, surtout du premier et même du second, exige quelque chose de correspondant à ce qu'on nomme le *tempérament* des sons en musique, c'est-à-dire qu'il faut avoir égard à la fois à la hauteur des tons des gammes voisines et à la dégradation de la couleur de chaque gamme considérée isolément. Au reste, en jetant les yeux sur un cercle chromatique, les gammes comprises entre le rouge et le jaune-vert présentent un ensemble plus lumineux que l'ensemble des gammes qui leur sont diamétralement opposées.

§ II. — *Simplification du nombre des types chromatiques employés par des arts qui parlent aux yeux en recourant à des fils colorés.*

» Les nombreuses expériences décrites dans l'*exposé d'un moyen de définir et de nommer les couleurs*, d'un très-grand nombre de produits de l'art et de la nature inorganique et de la nature vivante, m'ont appris que les 1440 tons composant les 72 gammes du premier cercle chromatique et le dixième ou onzième ton des gammes comprises dans les neuf cercles de couleurs rabattues, suffisent aux déterminations qui ont quelque importance; cependant si je l'eusse pu, j'aurais voulu réaliser les 20 tons de chacune des gammes des neuf cercles de couleurs rabattues, afin de faire une réduction de *types*, non plus d'une manière arbitraire, mais conforme à la vérité de la *méthode* a posteriori *expérimentale;* car il est évident que la *couleur* est en si faible proportion dans les derniers cercles, que non-seulement le nombre des gammes mais encore celui des tons peuvent être réduits sans inconvénient. Mais avant de parler de la simplification ou de la réduction, faisons remarquer que les cercles chromatiques se prêteront à l'augmentation du nombre des *types;* si par exception on trouvait insuffisant le nombre des types des dix cercles chromatiques, soit qu'il s'agisse du nombre des gammes du premier cercle et même de celles des autres cercles, soit qu'il s'agisse du nombre des tons d'une gamme quelconque, ou enfin qu'il s'agisse d'intercaler des brunitures entre celles qui sont exprimées par des fractions de *dixième*. Dans ce cas, on respecterait la nomenclature des types des cercles, et l'on

désignerait les nouvelles gammes, les nouveaux tons d'une gamme par des expressions fractionnaires, et quant aux brunitures exprimées par des fractions dont le dénominateur est un *dixième*, on exprimerait les nouvelles fractions par des *vingtièmes*.

» Si les cercles chromatiques se prêtent parfaitement à la désignation de gammes, de tons et de brunitures plus rapprochés entre eux que ne le sont les *types* des cercles, j'ai hâte de reconnaître qu'à l'égard de la tapisserie, du tapis surtout, loin d'en augmenter le nombre, il faut, au contraire, tendre à le diminuer.

» Il y a plus, des exemples de cette diminution de types sont donnés dans l'*exposé d'un moyen de définir et de nommer les couleurs*.

» Ainsi le *premier cercle* et mieux encore le *second* pourraient être réduits à 960 tons au lieu de 1440 en agissant de la manière suivante :

» On conserverait les *vingt tons* des 12 gammes désignées par une couleur sans numéro, et des 12 gammes dont le nom est précédé du chiffre 3, et l'on diminuerait les 2 gammes contiguës à chacune de ces 24 gammes des six derniers de leurs tons bruns et des quatre premiers de leurs tons clairs.

» Enfin, le PRINCIPE *du mélange des couleurs*, qui est le contraire du *principe* de leur contraste, a été considéré, dans tous les écrits où j'en ai parlé, comme un des plus féconds en applications, et depuis longtemps les fabricants de châles les plus habiles l'ont mis en pratique; il consiste à se servir des fils de couleurs simples, comme le *rouge*, le *jaune* et le *bleu* pour faire des *orangés*, des *verts*, des *violets* de toutes nuances, et de leurs *couleurs mutuellement complémentaires pour faire des bruns*.

» En parlant de la fabrication du *tapis-velours* ou tapis de la Savonnerie, je me suis exprimé en ces termes :

« Nous sommes tellement partisan du PRINCIPE *du mélange des couleurs* pour des tapis dont le brin de laine se compose de cinq ou six fils, que le doute n'est pas permis, nous semble-t-il, du parti qu'un fabricant intelligent et éclairé en tirerait pour faire des tapis à l'imitation de ceux de la Savonnerie, en réduisant le nombre de ses gammes à 24, peut-être même à 12, et le nombre des tons de chaque gamme à 5 ou même à 4. »

§ III. — *Quelques réflexions relatives à l'intérêt dont les Gobelins et la Savonnerie pourraient être relativement à l'enseignement.*

» Que fût-il arrivé si M. A. Gruyer ne m'avait pas mis dans le cas de me défendre en répondant aujourd'hui à des *allégations* fausses? C'est qu'elles auraient été produites plus tard, une fois qu'une cause quelconque m'eût mis en dehors des Gobelins. C'est que, en vue de perfectionnements réels

apportés à la confection des tapisseries, perfectionnements qu'on aurait comparés à des ouvrages faits antérieurement durant les années que j'y aurais été attaché, on m'aurait considéré, ainsi que l'a écrit M. A. Gruyer dans un *rapport officiel*, comme la cause qui avait *entravé le progrès des manufactures de l'État*, progrès que tous constateraient lorsque je ne serais plus aux Gobelins. Aujourd'hui, quoi qu'il arrive, les amis du vrai pourront toujours se convaincre de la vérité en remontant à la source des choses que j'ai indiquées. Il y a plus, M. A. Gruyer, en m'attaquant dans une publication officielle, me met en position d'exposer mon opinion sur les circonstances qui favoriseraient les progrès de la tapisserie en intéressant le pays à conserver les manufactures de l'État, non comme établissements onéreux en tout point, mais comme établissements utiles au progrès de l'industrie nationale par les avantages qu'elle en retirerait, grâce aux circonstances nouvelles où le gouvernement les placerait, au double point de vue des modèles parfaits qu'elles exécuteraient, et d'un double enseignement pour les professions de la teinture et des arts des étoffes tissées dont les couleurs variées sont le principal mérite quand elles sont heureusement associées.

» Qu'ai-je fait à mon entrée aux Gobelins, avant de toucher au moindre sujet? J'ai voulu le connaître, convaincu que c'est le premier principe à observer en toute chose que l'on veut améliorer ou réformer.

» Deux questions me furent proposées par l'administration des Gobelins lorsque j'y entrai.

» La première était le moyen de dégrader la couleur du bleu de Prusse sur la soie. Ce sont les procédés exécutés en 1825 et 1826 qui se trouvent d'accord quant aux proportions employées alors avec la formule mathématique donnée par M. Paul Havrez dans le Mémoire que j'ai présenté récemment en son nom.

» La seconde question portait sur ce qu'on ne faisait pas dans l'atelier des Gobelins de noir assez foncé pour les ombres du bleu. La solution de cette question me conduisit à l'étude du contraste, parce qu'elle m'apprit que le noir fait aux Gobelins était aussi bon que ceux qu'on faisait ailleurs et que, s'il paraissait faiblir, c'est que l'orangé, la complémentaire du bleu, devenait sensible sur le noir et en affaiblissait le ton en l'orangeant.

» Ainsi mes études sur le contraste remontent-elles aux premières années de mon entrée aux Gobelins. Si l'on se reporte à la lecture de mon premier travail sur le contraste des couleurs, présenté à l'Académie des Sciences en 1828 et le livre de la *loi du contraste simultané des couleurs* publié en

1839, on verra si ces études étaient étrangères à la confection des tapisseries et des tapis. Évidemment ces travaux sans précédent ne pouvaient avoir été faits sans de fréquentes communications avec les artistes tapissiers des Gobelins et de la Savonnerie. Eh bien, c'est pour avoir connu ces artistes à cette occasion, non *officiellement,* mais comme un étudiant convaincu des lumières qu'il pouvait tirer de leurs connaissances, des observations qu'une longue pratique les a mis à portée de faire, que je ne fus pas longtemps à m'apercevoir du grave inconvénient de leur position, relativement au progrès de l'art du tapissier. Je rappelle ici que dans l'opuscule publié dans le *Journal des Savants* (1866), j'ai montré que les progrès des manufactures de tissus de l'État sont subordonnés à l'harmonie de *trois éléments* qui concourent à la confection de leurs produits, à savoir l'*élément artistique*, l'*élément technique* et l'*élément scientifique*.

» Je n'ai pas l'avantage de connaître l'artiste chargé de l'inspection des travaux au point de vue de l'art; mais, membre de la Section de Peinture de l'Institut, la réputation dont il jouit auprès des artistes tapissiers donne la preuve que l'*élément artistique* est parfaitement représenté aux Gobelins.

» Quant à l'*élément scientifique*, je ne puis parler que du zèle et du dévoûment à ses fonctions de celui qui le représente encore en ce moment.

» Si l'*élément technique* laisse à désirer, il ne faut pas s'en prendre à un défaut de talent, de goût et de mérite dans les personnes, mais à une position telle que le tapissier, doué de la conscience de faire quelque chose de bien, en s'éloignant de ce qu'il voit, de ce qu'on lui a appris, ne peut obéir à ses inspirations en réalisant le beau d'une innovation qu'il aurait imaginée. Il n'y a donc pas là une position favorable à l'invention, comme on peut en trouver dans des établissements privés, où l'innovation est favorisée, le progrès apprécié comme il doit l'être, et parce que, en outre, on le juge avantageux aux intérêts mêmes des maîtres de ces établissements!

» Avec deux enseignements aux Gobelins, l'industrie serait satisfaite : un enseignement de teinture à la fois théorique pour le public, et un enseignement pratique dans l'atelier de l'établissement pour un petit nombre d'élèves, dont il serait désirable que plusieurs d'entre eux fussent envoyés par les Chambres de Commerce des départements, ainsi que cela a eu lieu sous le Consulat et l'Empire, et dans les trois premières années de la Restauration.

» Quant à l'autre enseignement, théorique et pratique, il serait nouveau, relativement à ce qui existe aujourd'hui comme institution officielle; mais il ne le serait pas par le fait, puisque, professé déjà aux Gobelins, l'utilité en

a été reconnue pour l'industrie dès que la ville de Lyon, par l'organe de la Chambre de Commerce, l'eut demandé pour cette ville, et qu'après les leçons du professeur elle sentit le besoin de faire passer une conception pure de l'esprit à l'état de la réalité, en demandant l'exécution en porcelaine des types de la *construction chromatique hémisphérique*.

» Cet enseignement, tel qu'il a été professé encore aux Gobelins en 1868, s'étend à toutes les branches des arts et de l'industrie qui sont intéressées à bien connaître les phénomènes si variés de la vision des couleurs. Il parle au grand peintre tout autant qu'au modeste peintre en bâtiment; il éclaire le tapissier des Gobelins, de la Savonnerie, le fabricant de châles, tout aussi bien que les tapissiers de l'industrie privée et le fabricant des étoffes de soie du prix le plus élevé au prix le plus bas.

» Quant à l'enseignement pratique, il existe déjà en partie aux Gobelins et à la Savonnerie; mais purement technique, il se borne à apprendre la confection de la tapisserie et du tapis à de jeunes élèves. Mais, tout technique qu'il est, pour le rendre utile au point de vue scientifique, il suffirait de faire copier aux élèves la suite des modèles en papier peint que j'ai imaginés pour mes leçons sur le *contraste*, modèles que M. Émile Délicourt a exécutés en petit et dont il a formé l'*Album du contraste simultané des couleurs* (1), pour que ces élèves apprissent en même temps le mécanisme du tissage et la manière dont il faut opérer pour représenter fidèlement le modèle qu'on a sous les yeux.

» Maintenant, l'administration supérieure qui s'occuperait des moyens de rendre véritablement utiles les produits des manufactures de l'État, élevés au plus haut degré de perfection dont l'art d'où ils émanent est susceptible, consulterait l'institution de l'atelier de teinture telle qu'elle a été fondée en 1803 par Chaptal, Ministre de l'Intérieur; elle examinerait si l'indépendance du directeur des teintures et celle du directeur des tapisseries et tapis ne serait pas nécessaire; si un directeur des tapisseries et des tapis ne devrait pas être capable d'apprécier la probabilité de la valeur qu'aurait un projet conçu par un artiste tapissier d'apporter quelque innovation à des procédés suivis : car avant de se prêter à l'expérience d'une innovation, il faudrait juger celui qui la propose. Il faudrait en outre que l'expérience, si elle ne répondait pas à l'espérance de son auteur, ne fût pas perdue pour les manufactures, et que dès lors on fît connaître aux élèves les inconvénients qu'elle présente et la nécessité de les *éviter*.

---

(1) La seconde édition, aujourd'hui épuisée, a paru en 1847, format in-folio.

» Qu'on me pardonne ces détails : ils me sont dictés par mon amour du vrai, en faveur de la durée et de la prospérité d'établissements auxquels j'ai été si longtemps attaché, et aussi en faveur d'un personnel dont les qualités n'ont pas toujours été appréciées.

CONCLUSION.

» Je répète ce que j'ai dit en commençant, si M. A. Gruyer avait exposé son opinion dans une publication particulière, j'aurais gardé le silence.

» Mais l'exposant dans une publication officielle, j'ai dû le rompre d'après les considérations suivantes :

» Il existe une place attribuée à un savant dans les manufactures de l'État, je l'occupe depuis bientôt un demi-siècle; l'accusation est formelle : j'ai *entravé* les progrès de leur développement par l'influence de mes recherches sur les couleurs.

» J'ai répondu par des faits que chacun peut vérifier :

» 1° L'influence qu'on m'attribue sur la confection des tapisseries et de tapis a constamment été nulle en réalité;

» 2° Les opinions dont on m'accuse sont du moins pour la plupart absolument contraires à celles que je professe; ceux de mes écrits cités en font foi;

» 3° Les cercles (claviers) chromatiques sont absolument étrangers à l'administration des Gobelins, puisqu'ils ont été exécutés à la demande de la Chambre de Commerce de Lyon.

» Je déclare n'avoir dit que la *vérité,* mais non pas *toute la vérité*.

» Qu'on prétende le contraire, et je préviens les personnes intéressées qu'alors je la *dirai tout entière*.

» J'espère qu'à présent ceux de mes confrères qui m'ont demandé des explications sur un passage des *Comptes rendus* de la séance du lundi 8 de janvier 1872, p. 83 (que je reproduis en Note) (1), où je parlais de *quelques points noirs* que je croyais apercevoir au loin, et qui me prescrivaient la *prévoyance*, verront aujourd'hui que je n'avais pas des taies sur les yeux. »

---

(1) Je puis me tromper, moi chétif, car on se trompe même en Météorologie, mais il me semble apercevoir au loin *quelques points noirs* qui me prescrivent la prévoyance. S'il n'y a pas d'erreurs de ma part, si les *points noirs* grossissaient et devenaient menaçants, permettez-moi, messieurs et chers confrères, d'espérer que l'Académie voudrait bien donner sa protection à celui qui se dit aujourd'hui le *Doyen des étudiants de France*, et dont l'aspiration unique est de terminer le trente-neuvième volume de l'Académie des Sciences.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline. Aluns* (1); *par* MM. P.-A. Favre *et* C.-A. Valson.

« Si l'on compare entre eux les résultats fournis par la dissolution des aluns, au point de vue des effets thermiques et du rôle de l'*espace*, on arrive à de nouvelles conséquences que nous allons exposer.

» La discussion des quantités désignées par v et v_1, dans nos précédentes Communications (tableaux II et III des pages 801 et 926), montre d'abord que les différents sels produisent, en se dissolvant, des variations de volume très-différentes. Tandis que le sulfate d'ammonium donne un accroissement de volume de 27 centimètres cubes environ par équivalent, le sulfate de potassium ne donne que 20 centimètres cubes et le sulfate de sesquioxyde d'aluminium $0^{cc},35$ seulement. La dissolution des sulfates de potassium et d'ammonium est accompagnée d'une production de froid, tandis que celle du sulfate de sesquioxyde d'aluminium est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable. La lenteur avec laquelle le sulfate de sesquioxyde d'aluminium se dissout, lorsqu'il est à l'état anhydre, n'a pas permis de le dissoudre dans le calorimètre; mais on a vu que ce sel, partiellement déshydraté à 100 degrés et ramené à la formule $(SO^4)^3Al^2, 6HO$, dégage déjà, en se dissolvant, 23 919 calories. Ce nombre serait probablement beaucoup plus élevé encore si l'on opérait avec le sel anhydre.

» Ces exemples, joints à ceux que nous avons déjà signalés, montrent qu'il existe une relation entre les effets thermiques et les effets de contraction qui accompagnent les dissolutions des sels. Cette manière de voir est encore confirmée par l'étude des phénomènes qui accompagnent la dissolution des aluns anhydres et des aluns hydratés. Les aluns hydratés produisent, en se dissolvant, des effets de contraction plus faibles, comme on peut en juger par la comparaison des valeurs de v_1 et V_1; mais, en même temps, la dissolution est accompagnée d'une production de froid de 10 000 calories environ pour les aluns d'aluminium et de chrome, renfermant 24 équivalents d'eau, et de 18 000 calories environ pour les aluns ferriques renfermant le même nombre d'équivalents d'eau. On peut encore remarquer que les dissolutions des aluns d'aluminium et des aluns de chrome, non modifiés par la chaleur, sont accompagnées d'une production de froid qui est sensiblement la même; mais, en même temps, la comparaison des valeurs de v_1 et V_1 montre que les effets de contraction corres-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 798 et 925, séances des 7 et 21 octobre 1872.

pondants sont aussi sensiblement les mêmes : cette dernière observation s'applique également aux aluns ferriques. D'un autre côté, les effets de contraction qui accompagnent la dissolution des aluns anhydres sont (comme on le voit par les valeurs de v et de V) plus considérables que pour les aluns hydratés. Mais il convient de rappeler que la dissolution des aluns, même partiellement déshydratés, change le sens du phénomène thermique et donne de la chaleur là où il y avait eu production de froid. La dissolution des aluns anhydres s'effectuant avec une trop grande lenteur, on a dû se borner à opérer avec des aluns partiellement déshydratés, et l'on a ainsi trouvé que l'alun d'aluminium et de potassium, par exemple, renfermant encore 10 équivalents d'eau, donnait, en se dissolvant, 12416 calories au lieu de -9803, nombre correspondant à l'alun à 24 équivalents d'eau, ce qui fait, en tout, une différence de 22219 calories. Cette différence serait encore plus considérable si l'on opérait avec l'alun anhydre.

» Il ne faudrait pas toutefois se hâter de conclure qu'il y a nécessairement proportionnalité entre les effets de contraction et les effets thermiques extérieurs, attendu que le phénomène de dissolution est un phénomène complexe qui se compose de divers travaux partiels, effectués souvent dans des sens opposés, et dont l'ensemble seulement est accusé par le calorimètre.

» Dans notre Communication du 5 août 1872 (*Comptes rendus,* t. LXXV, p. 330), nous avons indiqué quelques principes qui peuvent servir à préciser davantage l'évaluation et la répartition du travail dans les dissolutions salines, et nous en avons fait l'application au sulfate de sodium à ses divers états. Nous étendrons cette application aux aluns. Nous avions antérieurement comparé les effets de contraction produits sur l'eau par les sels en dissolution aux effets de même genre résultant, soit d'une soustraction de chaleur à l'eau, soit d'une compression déterminée de ce liquide, nous proposant (ainsi que nous l'avons annoncé) d'étudier plus tard, au point de vue thermique, les phénomènes encore peu connus résultant de la compression de l'eau. Nous nous bornerons, pour le moment, à prendre pour point de départ un phénomène mieux déterminé de contraction, celui qui résulte d'une soustraction de chaleur (1).

---

(1) Dans un premier aperçu, en faisant d'ailleurs toutes nos réserves, nous avons admis provisoirement que la quantité de chaleur mise en jeu par le changement de volume de l'eau, sous l'influence d'une compression mécanique, était la même que la quantité de chaleur qu'il faut enlever à cette eau pour diminuer son volume d'une quantité égale, et nous

» Le tableau suivant comprend les résultats fournis par l'expérience et ceux que nous en avons déduits par le calcul.

TABLEAU IV.

FORMULES DES SELS.	V.	V_1.	$V_2 = V + 6HO$.	$V_2 - V_1$.	v.	$V - v$.	v_1.	$V_1 - v_1$.
SO^4K.	32,80	"	"	"	19,71	13,09	"	"
SO^4Am.	37,88	"	"	"	26,98	10,40	"	"
$SO^4Al\frac{2}{3}$.	21,38	"	"	"	0,35	21,03	"	"
$SO^4\left(\frac{3Al\frac{2}{3},K}{4}\right)+6HO$.	24,69	67,98	78,69	10,71	4,83	19,86	58,81	9,17
$SO^4\left(\frac{3Al\frac{2}{3},Am}{4}\right)+6HO$.	25,43	69,36	79,43	10,07	6,88	18,55	60,62	8,74
$SO^4\left(\frac{3Fe\frac{2}{3},K}{4}\right)+6HO$.	26,45	68,84	80,45	11,61	10,54	15,91	65,18	3,66
$SO^4\left(\frac{3Fe\frac{2}{3},Am}{4}\right)+6HO$.	26,69	70,38	80,69	10,31	12,34	14,35	66,35	4,03
$SO^4\left(\frac{3Cr\frac{2}{3},K}{4}\right)+6HO$.	26,21	68,90	80,21	11,31	7,07	19,14	61,04	7,86
$SO^4\left(\frac{3Cr\frac{2}{3},Am}{4}\right)+6HO$.	26,65	70,64	80,65	10,01	8,68	17,97	62,70	7,94
$SO^4Al\frac{2}{3}+6HO$.	21,38	62,90	75,38	12,48	0,35	21,05	54,34	8,56

» Dans ce tableau, les quantités V, v, V_1, v_1 conservent leur signification antérieure. La colonne intitulée $V_2 = V + 6HO$ renferme les volumes des sels anhydres augmentés du volume de leur eau de cristallisation, supposée libre; et, comme les valeurs de V_1 représentent les volumes des sels cristallisés, il en résulte que les différences inscrites dans la colonne $V_2 - V_1$ mesurent les contractions produites entre le sel et l'eau pendant la forma-

sommes partis du coefficient de compressibilité déterminé par M. V. Regnault, pour calculer le nombre d'atmosphères qui pourrait réduire le volume de l'eau d'une quantité égale à celle qui résulterait de la soustraction d'une quantité de chaleur déterminée. L'expérience seule peut résoudre la question et décider quelle est la quantité de chaleur dégagée par une compression déterminée. Les considérations empruntées à la théorie mécanique de la chaleur paraissent insuffisantes, et, comme preuve, nous citerons une expérience de M. Joule, d'après laquelle une masse d'eau, à une température inférieure à 4 degrés (c'est-à-dire inférieure à la température à laquelle l'eau atteint son maximum de densité), et soumise à une compression, a produit du froid, contrairement à ce qu'on aurait pu présumer.

tion du cristal. On a vu, du reste, que les différences $V - v$ et $V_1 - v_1$ mesurent les contractions produites : 1° par la dissolution du sel anhydre; 2° par la dissolution du sel cristallisé.

» Comme vérification, nous remarquerons que, si aux valeurs de $V_2 - V_1$ on ajoute celles de $V_1 - v_1$, on reproduit les valeurs de $V - v$. Il devait en être ainsi, puisque l'état définitif d'une solution devant être le même en partant soit du sel anhydre, soit du sel hydraté, il s'ensuit que la contraction produite par le sel anhydre doit être égale à la contraction produite par le sel hydraté, augmentée de la contraction qui se produit lors de la formation du cristal.

» On peut encore faire, au sujet des valeurs de v et de $V - v$, les remarques suivantes :

» 1° Si l'on calcule les valeurs de v pour les deux premiers aluns, en partant des valeurs de v obtenues séparément pour le sulfate de sesquioxyde d'aluminium et pour les sulfates de potassium et d'ammonium, on trouve les nombres 5,19 et 7,00, qui concordent sensiblement avec les nombres 4,83 et 6,88 donnés par l'expérience.

» 2° Si l'on fait un calcul analogue pour les mêmes aluns, relativement aux valeurs de $V - v$, on trouve les nombres 19,04 et 18,37 qui concordent aussi, sensiblement, avec les nombres 19,86 et 18,55 déduits de l'expérience.

» Le même calcul ne peut être fait pour les autres aluns, puisque nous ne connaissons pas encore les densités des sulfates anhydres des sesquioxydes de fer et de chrome, si ce n'est par un calcul basé sur l'analogie et qui ne peut donner que des nombres plus ou moins rapprochés de la vérité. Cependant les vérifications précédentes semblent indiquer, dès maintenant, qu'il existe des *modules de coercition*, analogues aux modules dont l'existence a déjà été établie pour les effets thermiques, pour les densités et pour les actions capillaires. C'est un point de nos recherches que nous nous proposons d'approfondir plus tard.

» Le tableau suivant renferme les nombres de calories qui mesurent, conformément aux principes que nous avons rappelés précédemment, divers travaux intérieurs qui accompagnent les phénomènes de dissolution. D'après ce qui précède, les valeurs de $V - v$ expriment le travail intérieur qui correspond à la coercition exercée sur l'eau de dissolution par le sel anhydre. Les valeurs de $V_2 - V_1$ mesurent le travail qui intervient dans la formation du cristal, et celles de $V_1 - v_1$ mesurent le travail mis en jeu dans la dissolution du sel cristallisé. Les valeurs inscrites dans ce dernier

tableau s'obtiennent, du reste, en prenant les valeurs qui portent le même titre dans le tableau cité plus haut, et en les multipliant (comme nous l'avons expliqué précédemment) par une quantité constante et égale 7576; ce nombre représente les calories enlevées à l'eau lorsque son volume diminue de 1 centimètre cube par litre.

TABLEAU V.

FORMULES DES SELS.		$V - v$.	$V_1 - v_1$.	$V_2 - V_1$.
	SO^4,K.	99170 cal		
	SO^4,Am.	78790		
	$SO^4,Al\frac{2}{3}$.	159323	64851 cal	94548 cal
Aluns.	Aluminium et potassium.........	150459 cal	69472 cal	81139 cal
	Aluminium et ammonium........	140535	66214	76290
	Fer et potassium................	120534	27728	93109
	Fer et ammonium..............	108716	30531	78109
	Chrome et potassium...........	145005	59547	85685
	Chrome et ammonium...........	136141	60153	75836

» L'interprétation des nombres contenus dans le tableau ci-dessus conduit à des conséquences en tout semblables à celles que nous avons exposées, au sujet du sulfate de sodium anhydre et hydraté, dans nos Communications des 5 et 12 août 1872 (1).

Les nombres de calories inscrits dans le dernier tableau sont très-élevés et, de plus, ils sont hors de toute proportion avec les nombres de calories accusés par le calorimètre, qui sont généralement très-faibles et souvent négatifs. Il n'est pas possible d'en rendre compte en recourant, soit à la fusion de l'eau de cristallisation des sels, soit à la fusion des sels eux-mêmes. Ne faut-il pas admettre que le travail mécanique, équivalant à des quantités aussi considérables de calories, correspond à des modifications intérieures plus profondes? On pourrait peut-être s'en faire une idée en recourant aux principes de la théorie de la dissociation qui découlent des importants travaux de M. Henri Sainte-Claire Deville.

» En présence des résultats inscrits dans le dernier tableau, n'est-on pas autorisé à se demander si l'action dissolvante de l'eau sur les sels n'aurait

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 330 et 385.

pas pour effet de dissocier leurs éléments et de les amener, sinon à un état de liberté complète, du moins à un état d'indépendance réciproque, qu'il serait difficile de définir dès maintenant, mais cependant très-différent de leur état primitif?

» Cette indépendance des éléments salins dans la dissolution n'est pas, du reste, une simple hypothèse. C'est la conséquence à laquelle nous avons été le plus souvent amenés dans le cours de nos recherches. Sans entrer dans plus de détails, nous nous contenterons de rappeler sommairement ce que nous avons déjà dit sur la thermoneutralité, sur les modules des densités et des actions capillaires, et enfin sur les modules de coercition. En se plaçant à ces différents points de vue, on reconnaît toujours que, dans les solutions salines suffisamment étendues, chacun des éléments métalliques ou métalloïdiques des sels produit constamment des effets identiques et indépendants des autres éléments qui peuvent se trouver en présence.

» En admettant cette manière de voir, on est conduit à une conclusion sur laquelle nous désirons appeler l'attention des physiciens.

» La dissolution a pour résultat de donner aux éléments des corps dissous une indépendance réciproque, et le travail mécanique intérieur nécessaire pour produire cet effet est mesuré par les changements de volume qui accompagnent cette dissolution, et par conséquent par la quantité de chaleur mise en jeu lorsque les mêmes effets de coercition sont produits directement sur le liquide dissolvant en vertu d'actions équivalentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles études sur l'acide valérianique et sur sa préparation en grand; par* **MM. Is. Pierre** et **Ed. Puchot.** (Extrait par les auteurs.)

« Les auteurs ont résumé ainsi les principaux résultats de leur travail, en ce qui concerne l'acide valérianique :

» 1° L'acide valérianique obtenu par l'oxydation de l'alcool amylique, amené à son maximum de concentration, bout régulièrement à 178 degrés, sous la pression normale de 760 millimètres.

» 2° Il a pour densité :

A 0°	0,9470
54,65	0,8972
99,9	0,8542
147,5	0,8095

» 3° Il contient un équivalent d'eau que la distillation seule ne peut lui faire perdre.

» 4° En présence de l'eau en excès, il constitue un mélange bouillant assez régulièrement entre 99°,8 et 100 degrés, en fournissant des vapeurs qui, par leur condensation, forment deux couches distinctes, dont l'une, inférieure, est une solution aqueuse d'acide valérianique, et dont l'autre, supérieure, est de l'acide valérianique hydraté.

» 5° Le rapport de ces deux couches, en volumes, est sensiblement constant et égal à celui de 23 à 77, ou égal à 0,3, tant qu'il reste dans la cornue un mélange susceptible de se séparer en deux couches distinctes après quelques minutes de repos.

» 6° L'acide valérianique dévie le plan de polarisation de la lumière dans le même sens que le sucre cristallisé, tandis que l'alcool amylique le dévie dans le sens inverse (1).

» 7° Le valérianate butylique le dévie dans le même sens que le sucre, mais un peu moins que l'acide valérianique.

» 8° Mais c'est surtout le valérianate amylique qui exerce cette action, dans le même sens, avec le plus d'intensité. Cette déviation équivaut, pour ce composé, à celle d'une solution de sucre à 6,6 pour 100. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles études sur l'acide butyrique; par* **MM. Is. Pierre** *et* **Ed. Puchot.** (Extrait par les auteurs.)

« Des faits établis dans notre Mémoire, il résulte que l'acide butyrique obtenu par oxydation de l'alcool butyrique pur de fermentation possède, entre autres propriétés, les suivantes :

» Amené à son maximum de concentration, il contient un équivalent d'eau, avec lequel il distille régulièrement à 155°,5, sous la pression de 760 millimètres.

» Il a pour densité :

A 0°...........	0,9697
52,6.........	0,916
99,8.........	0,8665
139,8.........	0,822

Il n'exerce pas d'action sensible sur la lumière polarisée.

(1) La présence de l'eau en dissolution dans l'alcool amylique pur a pour effet d'*augmenter* son pouvoir rotatoire d'une manière très-notable, d'un tiers environ.

» Le *butyrate de baryte* desséché a pour composition

$$C^8H^7O^3, BaO.$$

» Le *butyrate d'argent* est anhydre et représenté par la formule

$$C^8H^7O^3, AgO.$$

» Le *butyrate éthylique* bout à 113 degrés, sous la pression normale; il a pour densité :

A 0°	0,890
18,8	0,871
55,6	0,831
100,1	0,7794

» Le *butyrate méthylique* bout à 93 degrés, sous la pression de 760 millimètres; il a pour densité :

A 0°	0,9056
38,65	0,8625
78,6	0,815

» Ces deux derniers liquides suivent très-sensiblement la même loi de contraction, en prenant pour termes de comparaison leurs volumes respectifs à la température de leur ébullition. »

VITICULTURE. — *Sur l'extension actuelle du* Phylloxera *en Europe;* *par* **M. J.-E. Planchon.**

» La règle fondamentale en fait de constatation du *Phylloxera*, c'est que l'insecte ait été *vu* sur les vignes supposées malades (1); qu'on l'ait re-

---

(1) On lit dans les *Comptes rendus*, séance du 30 septembre 1872, p. 759-760, le passage suivant :

« M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie une réclamation qui lui est adressée par le Conseil général du Gers, au sujet de la mention faite aux *Comptes rendus* des ravages produits dans ce département par le *Phylloxera*.

» Dans la séance du 12 août dernier, on avait cité une lettre de M. Planchon, énonçant que le fléau sévissait dans divers départements du Midi, et entre autres dans le département du Gers, dès le mois de juin 1871. M. le président du Conseil général du Gers écrit à M. le Ministre qu'il serait inexact d'affirmer que *toutes les vignes* de ce département aient été détruites par le fléau. M. le Secrétaire perpétuel fait observer que les deux faits signalés, d'une part par M. Planchon, de l'autre par M. le président du Conseil général, ne sont nullement contradictoires. Personne n'a dit que dans ce département toutes les vignes auraient péri; on y a signalé seulement la présence du *Phylloxera*. »

Grande a été ma surprise en lisant ces quelques lignes. J'avais donc mis en émoi le Con-

connu à ses caractères tranchés, et qu'on ne l'ait pas confondu, par exemple, avec une cochenille farineuse, voisine de la cochenille des serres, savoir le *Dactylopius longispinus* (Targioni Tozzetti), que j'ai montré ailleurs n'être pas autre que le pou de la vigne ou *phtheir* de Strabon et des anciens Grecs (1). C'est à cause d'une confusion pareille qu'on a parlé de la présence du *Phylloxera* en Crimée, et plus récemment en Hongrie. C'est probablement le même insecte qu'on a pris pour le *Phylloxera* en Corse et en Italie : et pourtant sa couleur blanchâtre, la poudre farineuse qui le recouvre, le miellat qu'il répand sur les pampres, la fumagine dont s'accompagne ce miellat, suffisent pour le distinguer aisément des deux formes souterraine et aérienne du *Phylloxera*.

» Pour le moment, voici dans quelles régions l'existence du *Phylloxera vastatrix* est scientifiquement constatée :

» 1° Amérique septentrionale, principalement dans les Etats de l'est du Mississipi et presque dans le Canada (Asa Fitch, Walsh, Shimer, Riley). — L'identité de l'insecte européen avec l'insecte d'Amérique, indiquée par M. Lichtenstein et moi, a été pleinement confirmée par M. Riley.

» 2° Angleterre et Irlande : dans les *graperies* ou serres à raisins, dès 1863 (Westwood).

» 3° France : départements du Gard, de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, de la Drôme, de l'Ardèche, de l'Hérault, du Var; première constatation de la maladie vers 1863 ; découverte de l'insecte, juillet 1858.

» Département de la Gironde : environs de Bordeaux, rive droite de la Garonne. Point de départ, jardin de M. Laliman, où ont été importés des cépages américains ; première constatation de la maladie vers 1866, découverte de l'insecte, 1869.

» 4° Portugal : région du Douro et aussi environs de Lisbonne, d'après

---

seil général du Gers, et cela sans m'en douter, car je n'ai jamais écrit une ligne signalant la présence du *Phylloxera* dans le département en question ! Tout ce bruit inutile vient de ce que M. Laliman, qui me cite, a dû lire *Gers* au lieu de *Gard* dans quelqu'une de mes lettres. Il n'y aurait presque pas lieu de relever cette inadvertance, si les termes mêmes de la réclamation de M. le président du Conseil général du Gers ne laissaient supposer que l'on admet la présence du *Phylloxera* dans les vignes de ce département, et que l'on conteste seulement l'étendue de ses ravages, sans vouloir trancher une question de fait que l'observation seule peut résoudre; je crois devoir insister contre le danger des assertions vagues ou légères, qui peuvent susciter de vraies paniques parmi les populations agricoles.

(1) *La Phthiriase ou Pédiculaire de la vigne chez les anciens, etc.*, par J.-S. Planchon (*Bulletin de la Soc. des Agricult. de France*, n° du 15 juillet 1870).

M. Oliveira Junior; le premier point bien constaté de l'invasion de la maladie serait un vignoble de feu M. Antonio de Mello Vaz Sampaio, à Gouvinhas, vignoble où auraient été introduits préalablement des cépages américains. M. Batalha y Reis, qui a étudié l'insecte sur place en Portugal, l'a reconnu pour identique avec celui de France que nous avons pu lui soumettre. Le même savant nous a dit que les plants américains introduits dans la région du Douro provenaient de plants déjà cultivés près de Lisbonne. Les symptômes de la maladie étaient évidents depuis plusieurs années en Portugal, mais l'insecte n'y a été découvert que cette année.

» 5° Autriche : Collection de vignes de la station œno-chimique de Klosternenburg, près de Vienne. J'ai déterminé moi-même l'insecte sur des exemplaires communiqués par M. Rössler. D'après une lettre récente de M. Edmund Mach, c'est dans la collection de vignes de cet établissement, juste autour d'un plant de vigne américain, que le mal est apparu d'abord; il n'existe encore que sur une centaine de ceps.

» Tels sont, à notre connaissance, les points où le *Phylloxera* s'est révélé d'une manière certaine. Indigène en Amérique, l'insecte est évidemment d'importation récente en Europe. Son histoire à cet égard rappelle celle du puceron lanigère, lequel, importé d'Amérique en Angleterre vers la fin du siècle dernier, ne pénétra sur le continent d'Europe qu'après les guerres de l'Empire et la levée du blocus continental. Il est vrai que, de plusieurs côtés, on a cru reconnaître dans la maladie nouvelle du *Phylloxera* une maladie ancienne, qui sévissait au siècle dernier sur les vignobles d'Allemagne, de Suisse et de l'est de la France. Mais les symptômes de ce mal, tels que les décrit le père Prudent de Faucogney, prouvent qu'il s'agit d'une altération des racines dans les terres froides et humides, altération qui se traduit au dehors par le rabougrissement des sarments, l'étiolement, le recoquillement et la frisure des feuilles, caractères qui nous semblent rappeler le *cotis*, ou pousse en ortille de nos départements de l'Ouest, et quelques formes de l'anthracose, décrite par Dunal et E. Fabre dans les vignes du Midi. C'est probablement à cette pourriture des racines, avec chancres sanieux des ceps, qu'il faut rapporter le prétendu *Phylloxera* dont on a parlé (*Pardeners' Chronicle,* 27 juillet 1872) comme sévissant dans les cantons suisses d'Argovie, de Schaffouse, de Zurich et de Thurgovie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Équation du mouvement d'une courbe funiculaire assujettie à rester plane.* Mémoire de M. Resal. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« L'idée d'étudier une courbe funiculaire qui reste plane m'a été suggérée, en 1858, par le général Auger, qui m'avait invité à assister, au polygone de Besançon, à une série d'expériences sur le mouvement des projectiles sphériques reliés à un point fixe par une corde et lancés par un mortier de montagne.

» J'ai bien vu qu'il était à peu près impossible de déterminer la loi du mouvement du projectile en tenant compte du poids de la corde, et, *à fortiori*, en faisant intervenir son inertie; mais, depuis, j'ai reconnu que l'on peut considérablement simplifier les équations du mouvement en prenant pour variables les longueurs s de l'arc de courbe et le temps t, pour inconnues l'inclinaison α de la tangente sur un axe fixe ox, et les composantes v et u de la vitesse suivant la tangente et la normale à cette courbe, dont la forme varie à chaque instant. Ce n'est que bien après avoir terminé mon travail que j'ai eu connaissance des équations générales données par Lagrange pour le mouvement d'un fil; mais ces équations, dans le cas particulier dont je me suis occupé, sont beaucoup moins simples et moins explicites que celles auxquelles je suis arrivé.

» Soient :

ε la masse de l'unité de longueur du fil;

$\varepsilon\Phi\, ds$, $\varepsilon\Psi\, ds$ les composantes tangentielle et normale à la courbe de la force qui sollicite l'élément ds;

v et u les composantes semblables de la vitesse v.

» Les équations du mouvement sont

$$\frac{dv}{ds} - u\frac{d\alpha}{ds} = 0,$$

$$\frac{du}{ds} + v\frac{d\alpha}{ds} - \frac{d\alpha}{dt} = 0,$$

$$\left(\Psi - \frac{du}{ds} - v\frac{d\alpha}{dt}\right)\frac{d^2\alpha}{ds^2} + \left(\Phi - \frac{dv}{dt} + u\frac{d\alpha}{dt}\right)\frac{d^2\alpha}{ds^2} - \frac{d}{ds}\left(\Psi - \frac{du}{dt} - v\frac{d\alpha}{dt}\right)\frac{d\alpha}{ds} = 0.$$

» L'intégration de ces équations, en admettant qu'elle puisse se faire,

conduit à l'introduction de six fonctions arbitraires, ce qui exige autant de conditions pour les déterminer.

» On a d'abord

$$\alpha = f(s), \quad \frac{d\alpha}{dt} = f_1(s), \text{ pour } t = 0;$$

puis, dans le cas où les deux extrémités du fil sont fixes,

$$u = 0, \quad v = 0, \text{ pour } s = 0, \quad s = s_1,$$

s_1 étant la longueur du fil.

» Si le fil est terminé par deux masses sollicitées par des forces déterminées, on remplace les quatre dernières conditions par d'autres, qu'il est facile de déterminer.

» Mais les équations aux différentielles partielles ci-dessus conduisent à des complications telles, que je n'ai pu en déduire quelques conséquences que dans les cas particuliers suivants :

» 1° Mouvement d'un pendule dont le poids du fil n'est pas négligeable vis-à-vis de celui de la masse terminale;

» 2° Petits mouvements d'une chaînette et d'un câble d'un pont suspendu, lorsque la flèche est très-faible. »

MÉCANIQUE. — *Essai sur la théorie des eaux courantes*. Mémoire de **M. J. Boussinesq**, présenté par M. de Saint-Venant. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bonnet, de Saint-Venant, Phillips.)

« Ce Mémoire contient : 1° comme développement des idées résumées dans des Notes du 29 août 1870 et du 3-10 juillet 1871 (*Comptes rendus*, t. LXXI, p. 389, et t. LXXIII, p. 34 et 101), une théorie nouvelle et rigoureuse du mouvement permanent des eaux, uniforme ou graduellement varié, dans les tuyaux de conduite et dans les canaux découverts; 2° l'étude, en tenant compte de l'influence de la courbure des filets fluides, du mouvement, permanent ou non permanent, d'un liquide dans un canal de grande largeur et dont le fond a son profil longitudinal droit ou courbe, mais sensiblement contenu dans un plan vertical.

» Le mouvement permanent, dans un tuyau ou dans un canal, est dit *graduellement varié*, quand l'inclinaison mutuelle des filets fluides est assez petite et assez lentement variable d'une section à l'autre pour qu'on puisse négliger, vis-à-vis des termes qui sont de l'ordre de cette inclinaison, ceux qui se trouvent comparables, soit à son carré, soit à la courbure des filets

fluides. L'équation que j'obtiens pour ce mouvement diffère de celle que M. Belanger a établie et que Coriolis a modifiée, en ce que, dans le terme $\alpha \frac{d}{ds}\left(\frac{U^2}{2g}\right)$, provenant des inerties, le coefficient α, égal au rapport de la moyenne des cubes des vitesses individuelles sur une section, au cube de la vitesse moyenne U, doit être remplacé par un autre α', peu différent, comme α, de 1, 1, mais qui est néanmoins un peu supérieur à α, et qui se compose de deux parties bien distinctes : la première (que je représente par $1 + \eta$, tandis que $\alpha =$ environ $1 + 3\eta$) est ce à quoi Coriolis aurait réduit le coefficient de son équation s'il avait pu évaluer exactement le travail des frottements; la seconde, valant à fort peu près $3,85\,\eta$ et négligée par Coriolis, provient de ce que le frottement du fond ou des parois, exprimé en fonction de la vitesse moyenne, contient, quand le mouvement est varié, de plus que lorsqu'il est uniforme, un terme valant à fort peu près $3,85\eta \frac{d}{ds}\left(\frac{U^2}{2g}\right)$.

» Un tuyau ou un canal se compose, en général, de parties plus ou moins longues dans l'étendue desquelles le régime est graduellement varié, reliées les unes aux autres par d'autres parties, courtes, où la courbure des filets et parfois leur inclinaison mutuelle ne sont pas très-petites. La détermination de l'état hydraulique n'est possible qu'autant que l'on connaît, pour chacune de ces dernières parties auxquelles l'équation précédente n'est pas applicable, une loi spéciale permettant de calculer le changement total qu'y subit la pression dans le cas d'un tuyau, ou l'étendue de la section fluide dans le cas d'un canal découvert. Les deux plus importantes de ces lois sont, avec les formules de l'écoulement par les orifices et par les déversoirs, le principe de Borda et la formule du ressaut. La mise en compte, sur la section d'aval ou sur les deux sections d'amont et d'aval, suivant les cas, de l'inégalité de vitesse des filets et surtout de la partie du frottement extérieur qui provient de la variation du mouvement, m'a permis d'apporter à ces deux derniers principes un perfectionnement utile, au moyen duquel les résultats qu'ils donnent sont dans un accord très-satisfaisant avec ceux de l'expérience. J'arrive, par exemple, au vrai coefficient 0,82 de la dépense fournie par des ajutages cylindriques, tandis que le principe de Borda, tel qu'on l'applique d'ordinaire, donne 0,85.

» Dans un Mémoire du 15 avril 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1026), j'avais déjà trouvé, pour représenter le mouvement permanent dans un canal de grande largeur, une équation où l'influence de la courbure des filets

fluides se trouvait évaluée; mais je supposais rectiligne le profil longitudinal du fond. Depuis, j'ai pu traiter le cas plus général d'un fond courbe; il suffit, pour tenir approximativement compte des courbures, de retrancher du terme $\alpha' \frac{d}{ds}\left(\frac{U^2}{2g}\right)$, dans l'équation du mouvement permanent graduellement varié, l'expression $h^2\left[\frac{1}{3}\frac{d^3}{ds^3}\left(\frac{U^2}{2g}\right) + \frac{U^2}{2gh}\frac{d^2 i}{ds^2}\right]$, où h désigne la profondeur d'eau et i la pente du fond. Outre la recherche intéressante, soit des circonstances que présentent l'établissement et la destruction du régime uniforme, soit de la forme des ressauts allongés et onduleux qui se produisent dans des torrents peu rapides, recherches dont les résultats se trouvent déjà résumés dans le dernier article cité des *Comptes rendus*, j'ai pu étudier, au moyen de cette équation, l'effet que produit, sur le régime d'un canal, une série d'ondulations régulières du fond, et aussi les formes courbes qu'il faut donner au fond, près de l'entrée ou de la sortie d'un canal, pour que la surface libre y soit la même qu'avec un fond plat.

» En traitant le premier et le plus important de ces deux problèmes, je démontre que les ondulations du fond déterminent, sur la surface, la formation d'ondulations de même longueur, produites d'autant plus en amont de celles du fond que la pente moyenne de ce dernier est plus petite, mais qui s'en approchent et passent même à leur aval quand la pente atteint ou dépasse une valeur particulière égale en moyenne à $0{,}0002\,\frac{S^2}{H^2}$, S et H désignant respectivement la longueur d'onde et la profondeur : l'avance des ondulations de la surface sur celles du fond a donc sa valeur la plus grande quand la pente moyenne de ce dernier est très-petite, et elle est alors généralement peu inférieure à une demi-longueur d'onde, de manière que les convexités de la surface correspondent presque exactement aux concavités du fond. Le rapport de l'amplitude des ondulations de la surface à celle des ondulations du fond, nul quand la pente moyenne du fond est nulle, et peu sensible tant qu'elle est inférieure environ à 0,0005, ce qui est le cas ordinaire des grandes rivières, grandit rapidement quand la pente approche d'une certaine valeur, généralement peu différente de celle qui sépare les rivières des torrents (0,0036 en moyenne); il atteint alors une valeur maximum considérable, et il diminue ensuite, d'abord rapidement, puis lentement, en tendant vers une limite moindre que l'unité, mais qui lui est ordinairement très-peu inférieure. La valeur absolue de ce

rapport, bien qu'assez compliquée, peut être néanmoins réduite presque toujours, avec une approximation suffisante, à $\frac{i_m}{0,0036 - i_m}$ ou à $\frac{i_m}{i_m - 0,0036}$, expression où i_m désigne la pente moyenne du fond, et où 0,0036 est mis pour la pente qui sépare les rivières des torrents et qui varie, en réalité, avec le degré de rugosité des parois et avec la profondeur. Enfin une des deux valeurs qui rendent ce rapport égal à 1 se confond avec celle pour laquelle les ondulations de la surface ne sont ni en avance ni en retard sur les ondulations du fond, de manière que celles-ci n'exercent aucune influence sur les variations de la profondeur d'une section à l'autre quand la pente a précisément cette valeur particulière.

» La dernière partie du Mémoire est consacrée à l'étude du mouvement non permanent dans les canaux de grande largeur. Quand ce mouvement est graduellement varié, son équation ne diffère que par de petits termes de celle que M. de Saint-Venant a donnée en supposant l'égalité de vitesse des filets fluides (*Comptes rendus*, 17 et 24 juillet 1871, t. LXXIII, p. 147); mais, quand il faut tenir compte de la courbure des filets, et qu'on étudie la propagation, le long d'un canal où se trouve sensiblement établi un régime uniforme, d'ondes ou de remous d'une médiocre hauteur, qui a ses dérivées successives de plus en plus petites, les termes qui représentent l'influence de cette courbure sont tout autres, suivant que l'on suppose aux filets fluides de très-petites différences de vitesse ou qu'on leur suppose les inégalités de vitesse qu'ils ont dans les canaux ordinaires. Dans le premier cas, le mouvement se fait à fort peu près, par rapport à un système d'axes animé de la vitesse moyenne U_0 relative au régime uniforme, comme dans un canal horizontal de même profondeur H contenant une eau en repos, et l'on retrouve par une tout autre méthode les différentes équations du Mémoire *Sur les ondes et les remous, etc.* (*Journal de M. Liouville*, t. XVII, 1872). Mais les différences effectives de vitesse des divers filets introduisent, à côté des termes affectés de dérivées du troisième ordre, qui ne dépendent pas de ces différences, d'autres termes contenant des dérivées du second ordre, et qui deviennent par suite plus influents que les précédents dans le problème des ondes propagées le long d'un canal en pente.

» Toutefois, la vitesse de propagation du centre de gravité d'une intumescence positive ou négative, de hauteur h'_1, ne dépend, ni dans l'un ni dans l'autre cas, des termes dus à la courbe des filets : cette vitesse ω est à fort peu près donnée respectivement, pour une intumescence indéfinie et

pour une onde isolée, par les deux formules

$$\omega = U_0 + (\omega_0 - U_0)\sqrt{1 + \frac{3}{2}\frac{h'_1}{H}}, \quad \omega = U_0 + (\omega_0 - U_0)\sqrt{1 + \frac{h'_1}{H}},$$

où ω_0 désigne la vitesse de propagation d'une onde de hauteur infiniment petite, vitesse ayant environ, suivant que l'onde descend le courant ou le remonte, la première ou la seconde des valeurs

$$\omega_0 = 1,032\,U_0 \pm \sqrt{0,966\,gH + 0,017\,U_0^2}.$$

» Il résulte, de ces formules, des vitesses peu différentes de celles qu'on obtiendrait en prenant $\omega_0 = U_0 \pm \sqrt{gH}$, comme a fait M. Bazin; cependant les premières deviennent sensiblement inférieures aux secondes, en valeur absolue, pour une onde qui remonte assez lentement un courant, et M. Bazin a reconnu que la formule $- U_0 + \sqrt{gH}$ donne, dans ce cas, des résultats trop grands (1).

» Mais l'action des courbures et l'influence de l'inégalité de vitesse des filets sur cette action se font sentir en faisant décroître sans cesse la hauteur moyenne des ondes positives et la profondeur moyenne des ondes négatives, et d'autant plus vite que la vitesse du courant est plus grande. C'est ce que M. Bazin a également observé. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir que possèdent certaines substances de prévenir la putréfaction et le développement de la vie protoplasmique et de la moisissure;* Note de **M. F. Crace-Calvert.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Cl. Bernard, Pasteur, Trécul.)

« Dans cette nouvelle série d'expériences, je me suis servi de petits tubes soigneusement nettoyés et chauffés au rouge sombre. Dans chacun de ces tubes, j'ai placé 26 grammes d'une dissolution d'albumine contenant pour 1 partie de blanc d'œuf 4 parties d'eau distillée et préparée comme je l'ai indiqué dans mon premier Mémoire sur ce sujet. A ces 26 grammes, j'ai ajouté 1 millième, soit $0^{gr},026$ de chacune des substances dont je désirais étudier l'action antiseptique.

» Deux raisons m'ont fait employer cette quantité de 0,001 : 1° parce que l'emploi d'une plus grande quantité aurait eu pour résultat, dans cer-

(1) *Recherches hydrauliques*, 2e Partie, chap. I, nos 21 à 27.

tains cas, de coaguler l'albumine; 2° parce qu'il aurait été plus difficile d'observer le pouvoir antiseptique que possèdent la plupart de ces substances en prévenant le développement de la putréfaction.

» Immédiatement après avoir effectué le mélange dans chacun des tubes, une goutte a été examinée sous un microscope possédant un pouvoir grossissant de huit cents fois en diamètre. Cette opération fut répétée pour chaque tube pendant trente-neuf jours, et, de temps en temps, pendant quatre-vingts jours. Pendant ce laps de temps, les tubes furent conservés dans un appartement dont la température n'a varié que de 3 degrés, soit de 12°,5 à 15°,5.

» Afin de pouvoir apprécier le pouvoir antiseptique des substances employées, j'ai pris comme type de comparaison deux dissolutions d'albumine, l'une conservée dans le laboratoire, l'autre exposée à l'air libre. Une différence sensible s'est produite dans ces deux solutions lorsqu'elles ont été examinées sous le microscope : celle que l'on avait exposée à l'air extérieur était entrée en décomposition beaucoup plus vite que l'autre, et les vibrions s'étaient développés en aussi grande quantité en six jours dans le tube exposé à l'air libre que dans l'autre tube après une période de trente jours.

» En comparant les résultats obtenus, les substances peuvent être divisées en plusieurs classes :

» 1° Celles qui préviennent entièrement le développement de la vie protoplasmique et de la moisissure : ce sont les acides phénique et crésylique.

» 2° Celles qui préviennent le développement des vibrions, sans arrêter la production de la moisissure : le chlorure de zinc, le bichlorure de mercure et le sulfophénate de zinc.

» 3° Celles, au contraire, qui permettent la production des vibrions et préviennent celle de la moisissure; ce sont : la chaux, le sulfate de quinine, le poivre et l'acide prussique.

4° Et enfin celles qui ne préviennent ni la production de la vie protoplasmique ni celle de la moisissure : acide sulfureux, acide sulfurique, acide nitrique, acide arsénieux, acide acétique, soude caustique, potasse caustique, ammoniaque caustique, solution de chlore, chlorure de sodium, chlorure de calcium, chlorure d'aluminium, hypochlorite de chaux, chlorate de potasse, sulfate de chaux, sulfate de protoxyde de fer, bisulfate de chaux, hyposulfite de soude, phosphate de soude, phosphate de chaux, permanganate de potasse, sulfophénate de potasse, sulfophénate de soude, acide picrique, essence de térébenthine, charbon de bois.

» Les acides, tout en ne prévenant pas la production des vibrions, facilitent le développement de la moisissure. Cette observation s'applique surtout aux acides sulfurique et acétique.

» Les alcalis, au contraire, ne sont pas favorables à la production de la moisissure, mais favorisent le développement des vibrions.

» Le chlorure de zinc et le bichlorure de mercure préviennent complétement le développement des animalcules, mais n'empêchent pas la formation de la moisissure.

» Un résultat sur lequel je dois appeler l'attention d'une manière toute spéciale est celui que l'on obtient avec le chlore et l'hypochlorite de chaux, qui, employés dans les proportions ci-dessus indiquées, ne préviennent pas la production des vibrions. Pour empêcher cette production, il faut les employer en grand excès. En effet, lorsqu'on emploie l'hypochlorite de chaux en quantités assez considérables, il agit avec violence sur les matières protéiques en produisant un dégagement d'azote; mais si l'on ne fait pas agir un excès d'hypochlorite de chaux, les matières sur lesquelles l'hypochlorite n'aura pas agi entreront en putréfaction; on peut donc considérer comme erronée l'hypothèse admise sur le pouvoir désinfectant de l'hypochlorite de chaux, hypothèse basée sur le fait que le chlore et l'oxygène de ce composé se portaient sur l'hydrogène des substances organiques, et, en enlevant cet élément, les modifiaient de manière à les rendre imputrescibles. Mes expériences démontrent que l'oxygène se porte sur le carbone, et que le chlore met en liberté de l'azote.

» La série sur laquelle j'appellerai maintenant l'attention comprend l'acide phénique et l'acide crésylique, dans lesquels il ne s'est produit ni vibrions, ni moisissures pendant le temps qu'a duré l'expérience, c'est-à-dire pendant quatre-vingts jours.

» Les résultats obtenus avec le sulfate de quinine, le poivre, l'essence de térébenthine méritent d'être étudiés. Aucun d'eux ne prévient le développement des vibrions ; mais le sulfate de quinine et le poivre empêchent complétement la formation des moisissures. Ce fait, rapproché de l'efficacité remarquable du sulfate de quinine dans le cas des fièvres intermittentes, porte à supposer que cette maladie est due à l'introduction dans l'économie de corps semblables à ceux qu'on caractérise par le mot *moisissure*, et cette explication semble encore plus probable, si l'on se rappelle que ces fièvres n'existent que dans les contrées marécageuses, où se produit une décomposition de matière végétale abondante, et qu'elles ne se montrent pas dans les pays secs, même au milieu d'une nombreuse

population où l'air est malsain et où prédomine la putréfaction des matières animales.

» Les résultats obtenus avec le charbon de bois montrent qu'il ne possède pas de propriétés antiseptiques, mais qu'il prévient le dégagement des gaz putrides, grâce à sa porosité, en condensant simultanément les produits de la décomposition et l'oxygène de l'air, qui les détruit par oxydation.

» Les résultats obtenus avec ces divers produits ont été confirmés par une seconde série d'expériences; j'en ai fait aussi une autre où l'albumine était remplacée par la gélatine. »

ZOOLOGIE. — *Études sur les types ostéologiques des poissons osseux* (2e Partie); *par* **M. C. Dareste.**

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« J'ai montré, dans la première partie de ce travail, qu'il y a dans les formes crâniennes des poissons au moins cinq types très-distincts et nettement caractérisés. Or, parmi ces types, il en est qui ne sont représentés que par un petit nombre d'espèces : tel est le type des Mormyres. Au contraire, le type que j'ai décrit le premier se rattache à la très-grande majorité des poissons osseux, et doit, par conséquent, être subdivisé en un certain nombre de types secondaires. Ces types secondaires seront évidemment les familles.

» J'ai donc cherché à déterminer les caractères du type crânien de chacune des familles naturelles qui appartiennent au premier type primitif, ou à ce que je considère comme le premier ordre (1). La ressemblance généralement très-grande de ces types rend ce travail assez difficile. Toutefois, quand on compare entre eux les crânes de genres appartenant à une même famille naturelle, on voit qu'il est toujours possible de constater l'existence d'un type ou d'une forme commune, que l'on peut toujours définir à l'aide de certaines particularités d'organisation. En effet, malgré les très-grandes ressemblances que présentent les crânes des poissons osseux, on voit cependant que les proportions des os ne sont pas toujours les mêmes, et que par suite leurs connexions peuvent changer. Ainsi les interpariétaux, dans certains groupes, s'interposent entre les pariétaux et viennent s'articuler aux

---

(1) Je dois ici rectifier une erreur que j'ai commise par l'oubli d'un mot dans la rédaction de la première partie de ce travail. Je dis (p. 943, ligne 27) : L'*interpariétal sépare constamment les pariétaux*; il faut lire, *sépare presque constamment*.

frontaux; dans d'autres groupes, ils sont complétement séparés des frontaux, et refoulés en arrière des pariétaux. De même, les frontaux principaux ont des relations très-diverses avec les frontaux postérieurs et les mastoïdiens; tantôt, et c'est le cas le plus général, les frontaux principaux s'articulent en arrière à la fois avec les frontaux postérieurs et avec les mastoïdiens; tantôt ils ne s'articulent qu'avec les frontaux postérieurs, et sont complétement séparés des mastoïdiens, comme chez les Gades et les Siluroïdes; tantôt enfin, comme chez les Murénoïdes, ils n'ont de relations qu'avec les mastoïdiens et sont complétement séparés des frontaux postérieurs. C'est encore ainsi que, chez la plupart des poissons, les frontaux antérieurs s'articulent avec les palatins pour former le contour osseux des fosses nasales; tandis que, dans certains groupes, comme les Balistes, les Acanthures, les Fistulaires, l'allongement considérable de l'ethmoïde écarte ces os et les maintient à une grande distance.

» On comprend donc comment, avec la combinaison de ces différents caractères que je viens de citer, et de beaucoup d'autres que je ne rappelle pas ici, on peut caractériser très-nettement les différents types crâniens du premier ordre. Je dis *la combinaison de ces différents caractères;* car, si l'on voulait s'en tenir à un caractère unique, on arriverait à chaque pas à des groupements artificiels. Il est, en effet, très-digne de remarque que certains caractères, que l'on constate dans tous les genres d'un même groupe naturel, et qui, dans ce cas, peuvent être considérés comme des caractères vraiment *typiques*, puissent apparaître isolément et comme sporadiquement dans des groupes fort éloignés.

» Ainsi l'ordre des Plectognathes de Cuvier, qui présente au moins deux types bien différents, celui des Balistes et celui des Tétrodons, avait été caractérisé par la soudure des intermaxillaires et des maxillaires supérieurs, fait qui se retrouve dans toutes les espèces de ces deux types. Eh bien, *la plectognathie*, c'est-à-dire la soudure des deux os de la mâchoire supérieure, se retrouve dans des groupes très-divers, et souvent dans des genres isolés de certaines familles. C'est ainsi qu'elle existe dans les Acanthures; puis chez les Trichiures et les Thyrsites, parmi les Scombéroïdes. Elle existerait aussi, d'après Müller, chez les *Serra Salmes;* mais je n'ai pu vérifier le fait.

» Un autre caractère fort remarquable, qui existe chez tous les Plectognathes, et qui se rencontre isolément dans d'autres poissons, c'est la forme particulière de l'interopercule qui, au lieu de se présenter sous l'aspect d'une lame plus ou moins étendue, constitue une tige cylindrique logée dans une rainure du préopercule. Ce fait, que j'ai signalé en 1850, à une époque où,

par suite de ce changement de forme, l'existence de l'interopercule chez les Plectognathes, était complétement méconnue, se retrouve chez d'autres poissons très-différents, les Callionymes, par exemple, les Dactyloptères, qui n'ont avec les Plectognathes d'autre ressemblance que l'extrême petitesse de l'aile operculaire et son éloignement considérable de la mâchoire inférieure.

» Enfin le caractère si curieux de l'écartement des frontaux antérieurs et des palatins, caractère qui est typique dans certains groupes, comme les Balistes, les Acanthures et les Fistulaires, se rencontre accidentellement dans deux genres appartenant à des types bien différents. Ces deux genres sont le genre *Zanclus* de la famille des Chétodons; et le genre *Xirichthys* de la famille des Labroïdes. Or chacun de ces genres porte très-nettement l'empreinte, le premier du type Chétodon, le second du type Labroïde; et cependant l'un et l'autre diffèrent des autres genres appartenant au même type, par un caractère ostéologique qui semble, au premier abord, d'une grande valeur.

» Il y a longtemps d'ailleurs que les naturalistes ont appelé l'attention sur la valeur inégale des mêmes caractères, suivant qu'on les examine dans des groupes différents. C'est un fait établi en Botanique comme en Zoologie.

» En faisant les applications de ces principes aux poissons du premier groupe, je suis arrivé à déterminer les types crâniens d'un certain nombre de familles naturelles, et, dans une prochaine Communication, je montrerai comment ces types crâniens peuvent être nettement définis. Pour le moment, je me contenterai de signaler ce fait, que l'on pouvait d'ailleurs facilement prévoir : c'est que ce travail, entièrement nouveau, par les vues qui m'ont guidé, n'a guère fait que confirmer les travaux de Cuvier, puis ceux de Müller et d'Agassiz, dans l'établissement des familles naturelles. Les familles dans lesquelles Müller et Agassiz n'ont pas introduit de modifications sont aussi celles qui ne présentent qu'un seul type crânien. Là, au contraire, où Müller et Agassiz ont jugé des démembrements nécessaires, ces démembrements se sont trouvés justifiés par l'ostéologie. C'est ainsi, par exemple, que dans l'ancienne famille des Esoces de Cuvier, l'Exocet et l'Orphie ont un type crânien fort différent de celui du Brochet; et dans l'ancienne famille des Salmones, les Characins ont un type tout à fait différent de celui des Saumons. De même aussi chez les Scombéroïdes, la séparation, faite par Müller et par Agassiz, de l'Espadon, du poisson Saint-Pierre (*Zeus faber*) et des Notacanthes, est parfaitement conforme à l'ostéologie, bien qu'elle soit encore insuffisante, et que les genres qui restent

après ces trois éliminations doivent se rattacher à deux types bien distincts. Je signalerai, dans ma prochaine Communication, tous ces faits qui ne sont, à vrai dire, que le complément d'un travail commencé par Cuvier et perfectionné par Müller et par Agassiz, mais complément nécessaire; car la détermination des types est le seul moyen de définir les groupes naturels.

» Je dois ajouter que j'ai accompli ce travail à l'aide des squelettes de poissons et des pièces ostéologiques de la galerie d'Anatomie comparée du Muséum de Paris, que M. le professeur Paul Gervais a mis à ma disposition avec la plus généreuse libéralité. Je l'en remercie bien cordialement. »

AGRICULTURE. — *Commission du* Phylloxera. Communication de **M. Dumas.**

« La Commission du *Phylloxera* a reçu de M. Duclaux le relevé à peu près complet, effectué par lui-même et sur les lieux, de tous les points atteints par le fléau. Il en résulte que la présence de l'insecte a été constatée sur une surface qui n'est pas moindre d'un million d'hectares. Le dommage n'est pas le même sur tous les points, sans doute, mais partout il se trouve subordonné aux chances naturelles et incertaines de progrès ou d'arrêt que pourra présenter le développement du mal. Jusqu'ici, le procédé de M. Faucon excepté, l'intervention de l'homme a été peu efficace pour combattre ce nouvel ennemi de la vigne.

» M. Maxime Cornu s'est livré, de son côté, à une étude délicate des changements anatomiques subis par les radicelles de la vigne, lorsqu'elles sont attaquées par le *Phylloxera*.

» Des préparations microscopiques et des dessins d'une rare perfection accompagnent les documents qu'il a transmis à la Commission, et forment, sur ce point de l'histoire de la maladie nouvelle, un ensemble qu'on peut regarder déjà comme aussi complet qu'exact.

» Ces divers documents trouveront leur place dans les rapports de nos deux délégués, dont le dévouement s'est montré à la hauteur de leur mission et de la confiance de l'Académie. »

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce adresse à l'Académie une Lettre de M. *Edouard Loarer*, renfermant une proposition sur laquelle il demande l'avis de la Commission du *Phylloxera*.

M. Édouard Loarer, ayant observé dans l'Inde et sur ses propres cultures les puissants effets du sulfure jaune d'arsenic dissous dans les alcalis

comme moyen de destruction pour tous les insectes, et ayant constaté son innocuité pour les plantes, en propose l'emploi contre le *Phylloxera*.

Il se met à la disposition de l'Académie pour exécuter, sur les vignobles qui lui seraient confiés, à ses propres frais, et en répondant de tous les dommages, les expériences qu'elle jugera nécessaires à la démonstration de la vérité.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. **Hervier** adresse de Savigny, près Bourges, de nouveaux renseignements sur son procédé pour la destruction du *Phylloxera*.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** soumet au jugement de l'Académie une série de cinq Rapports, avec un résumé, qui lui ont été adressés par M. *W. de Fonvielle*, chargé d'une mission en Angleterre pour étudier les effets de la foudre.

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

M. P. **Levers** adresse, pour le concours du legs Bréant, un Mémoire sur les fièvres.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **Sace** adresse une nouvelle Note relative à son procédé de conservation des substances alimentaires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations et éphémérides de la planète* (123). Extrait d'une Lettre de M. **Stéphan**, communiquée par M. Yvon Villarceau.

1872.	Temps moyen de Marseille.	Asc. droite de (123).	l(par. × Δ).	Dist. polaire de (123).	l(par. × Δ).	Étoiles de comp.
	h m s	m h s		° ′ ″		
Sept. 17.	10.58. 4	21.19.57,44	$\bar{1}$,215	101.41.34,8	—0,8586	*a*
20.	11.13.58	21.18.36,18	$\bar{1}$,333	101.44.42,4	—0,8527	*a*
21.	10.19.13	21.18.13,35	$\bar{1}$,096	101.45.34,6	—0,8604	*a*
29.	9.45.10	21.15.58,16	$\bar{1}$,094	101.49.26,4	—0,8508	*b*
30.	9.42.13	21.15.48,18	$\bar{1}$,101	101.49.30,3	—0,8607	*b*
Oct. 1.	9.21. 3	21.15.40.14	$\bar{2}$,974	101.39.28,5	—0,6976	*b*

Positions moyennes des étoiles de comparaison, pour 1872,0.

				Autorités.
a	41698 Lal......	21h.20m.34s,28	101°.43′. 1″,8	Cat. Lal.
b	280 W. H. XXI.	21.13.52,60	101.53.26,7	W et L.

Éphéméride de la planète (123).

Temps moyen de Berlin.	Ascension droite de (123).	Distance polaire de (123).	log Δ.
1872 Oct. 26,5.....	21h.20m.17s	101°.18′. 7″	0,3553
27,5.....	21.20.47	101.15.36	
28,5.....	21.21.18	101.12.59	
29,5.....	21.21.51	101.10.16	
30,5.....	21.22.24	101. 7.27	0,3645
31,5.....	21.22.59	101. 4.32	
Nov. 1,5.....	21.23.35	101. 1.31	
2,5.....	21.24.13	100.58.24	
3,5.....	21.24.51	100.55.12	0,3736
4,5.....	21.25.31	100.51.54	
5,5.....	21.26.12	100.48.30	
6,5.....	21.26.54	100.45. 1	
7,5.....	21.27.37	100.41.26	0,3827
8,5.....	21.28.22	100.37.45	
9,5.....	21.29. 7	100.33.59	
10,5.....	21.29.54	100.30. 7	
11,5.....	21.30.41	100.26. 9	0,3915
12,5.....	21.31.30	100.22. 6	
13,5.....	21.32.19	100.17.57	
14,5.....	21.33.10	100.13.43	
15,5.....	21.34. 1	100. 9.23	0,4002
16,5.....	21.34.54	100. 4.58	
17,5.....	21.35.47	100. 0.27	
18,5.....	21.36.42	99.55.51	
19,5.....	21.37.37	99.51. 8	0,4087. »

GÉODÉSIE. — *Nouvelles observations sur les lignes de faîte et de thalweg;* Note de M. C. JORDAN.

« La discussion qui s'est élevée entre M. Boussinesq et nous, au sujet de la vraie définition des lignes de faîte et de thalweg, nous semble fort éclaircie par le dernier article de ce savant (séance du 7 octobre 1872). M. Boussinesq admet en effet pleinement ce principe, qu'une ligne de plus grande

pente ne jouit en général, *dans aucune portion finie de son étendue* (1), de propriétés spéciales. Il est dès lors manifeste que toute définition fondée sur la supposition d'une semblable propriété doit être rejetée *à priori* comme fautive.

» M. Boussinesq insiste sur ce que son hypothèse est réalisée *physiquement* (c'est-à-dire, si nous l'avons bien compris, sensiblement); mais ce genre d'arguments approximatifs nous semble peu acceptable dans une question de Géométrie pure. Notre but, en publiant la Note critiquée par M. Boussinesq, était précisément de sortir de ces notions vagues par une définition nette, capable de satisfaire les géomètres.

» Cela ne nous empêche pas de reconnaître, et nous ne l'avons jamais contesté, que, la pente des vallées terrestres étant en général beaucoup plus forte dans le sens transversal que dans le sens longitudinal, les diverses lignes de pente, d'abord très-séparées, se rapprochent rapidement les unes des autres, de manière à former un faisceau relativement étroit. Mais dans ce faisceau, qui dessine grossièrement le fond de la vallée, nous maintenons (et nous croyons l'avoir démontré) qu'aucune ligne de pente ne mérite la préférence sur ses voisines, à moins de recourir à des caractères tirés de son point de départ.

» Nous avons hâte de passer à la remarque neuve contenue dans la dernière Note de M. Boussinesq. Elle consiste en ce fait que, contrairement à une opinion que nous avions émise, il peut exister des vallées dont la partie supérieure n'aboutisse pas à un col; et M. Boussinesq demande où nous plaçons les thalwegs de ces vallées. A notre avis, elles n'ont point de thalweg véritable. Si pourtant les géographes trouvaient cette opinion trop risquée, il nous serait facile de les satisfaire, en leur montrant au sommet de la vallée un point remarquable, pouvant servir à caractériser une ligne de pente spéciale, à laquelle on sera libre de donner le nom qu'on voudra.

» Pour cela, définissons d'abord avec précision ce qu'on doit entendre par *saillie* ou *dépression* de terrain. Nous disons qu'un point est en saillie, lorsque la ligne de niveau qui y passe tourne sa convexité à l'extérieur, en dépression ou en vallée, dans le cas contraire. Une vallée sera donc géométriquement délimitée de chaque côté par les lignes que forment les points d'inflexion des lignes de niveau.

---

(1) En énonçant ce principe dans notre précédente Note, nous avions dit *dans tout son parcours*. Mais notre démonstration s'appliquait à un parcours fini quelconque.

» Dans le cas le plus important, où un col se trouve en haut de la vallée, ce col sera un point d'inflexion pour les deux branches de la courbe de niveau qui y passe, et les courbes de niveau immédiatement inférieures auront chacune deux points d'inflexion, dans le voisinage du col.

» Si au contraire la vallée se termine sans atteindre un col, la ligne d'inflexion qui la limite aura un maximum. Ce point sera sur la courbe de niveau qui le contient un point singulier, résultant de la réunion tangentielle de deux points d'inflexion. Et l'on pourra appeler thalweg (pseudo-thalweg) la ligne de pente qui descend de ce point.

» On voit qu'on peut comprendre ces deux sortes de thalwegs sous une définition commune. Ce sont les lignes de plus grande pente passant par les points de la surface où une courbe de niveau a un point d'inflexion double. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur le pourpre de Cassius; par* **M. H. Debray.**

« Lorsqu'on verse dans une solution très-étendue de chlorure d'or une solution contenant à la fois du protochlorure et du bichlorure d'étain, on obtient un liquide brun, trouble par réflexion et pourpre par transmission, dans lequel se dépose peu à peu un précipité coloré : c'est le pourpre de Cassius, qui est, comme on le sait, la base de toutes les couleurs d'or employées dans la peinture vitrifiable, pour obtenir les roses, les rouges et les violets.

» On obtient encore le pourpre de Cassius dans d'autres circonstances; sa composition varie avec son mode de préparation, mais, dans tous les cas, elle est telle qu'on peut toujours la représenter par du bioxyde d'étain hydraté et de l'or métallique; sa couleur est aussi d'autant plus foncée qu'il contient plus d'or, mais elle ne diffère pas des tons que peut fournir la précipitation de l'or seul. Aussi Macquer, qui a fait le premier cette remarque, considérait-il le pourpre de Cassius comme un mélange d'or et de bioxyde d'étain hydraté.

» Mais Proust ayant remarqué que le pourpre encore humide se dissout dans l'ammoniaque et qu'il ne cède pas d'or au mercure avec lequel on le triture, l'hypothèse du mélange fut généralement abandonnée, et le pourpre de Cassius fut considéré comme une combinaison. La seule manière rationnelle d'envisager la composition de ce corps était d'en faire un oxyde salin, c'est-à-dire un stannate de protoxyde d'étain et de sous-oxyde d'or, ce dernier contenant assez d'oxygène pour transformer le protoxyde d'étain en

bioxyde. Cet oxyde salin pouvait d'ailleurs être mélangé d'hydrate stannique, en proportions variables.

» Il y a eu, depuis Proust, beaucoup de travaux et de discussions sur la constitution du pourpre de Cassius; il serait impossible de les résumer convenablement dans une courte Note; je dirai seulement qu'ils n'ont apporté aucun argument péremptoire ou même nouveau en faveur de l'une ou de l'autre hypothèse, qui sont, à mon avis, également inexactes.

» Je considère le pourpre de Cassius comme une laque d'acide stannique (ou métastannique), colorée par de l'or très-divisé; la matière colorante de cette laque est devenue alors insoluble dans son dissolvant habituel, le mercure, comme les couleurs bon teint, dans la teinture ordinaire, résistent à l'eau par suite de leur union avec la fibre des tissus ou avec les mordants. Les expériences et les explications qui suivent justifieront complétement, je l'espère, cette nouvelle manière d'envisager le pourpre de Cassius.

» On fait bouillir un mélange de solutions de bichlorure d'étain et d'acétate de soude; le bioxyde se précipite. On verse alors dans la liqueur chaude un peu de chlorure d'or, puis de l'oxalate de potasse; la réduction de l'or s'opère immédiatement; une très-petite quantité de métal se dépose sur le verre, la presque totalité se précipite sur l'oxyde d'étain, qui prend alors la couleur ordinaire du pourpre de Cassius.

» On peut produire une coloration tout à fait semblable de l'alumine, en précipitant l'or dans une liqueur qui contient de l'alumine en suspension. Pour cela, on ajoute, à du chlorure d'or saturé par de l'acétate de soude, de l'alumine en gelée, et, quand le mélange est chaud, on verse un peu d'oxalate de potasse qui détermine la réduction de l'or.

» Ces deux laques en suspension dans l'eau, agitées pendant plusieurs heures avec du mercure, n'ont pas perdu leur couleur. Le procédé habituel de préparation du pourpre de Cassius ne diffère évidemment du précédent qu'en ce que l'oxyde et la matière colorante sont précipités en même temps, ce qui est évidemment préférable au point de vue de la beauté de la teinte, et, si l'on peut dire, de la solidité du produit, vis-à-vis du mercure.

« Il reste maintenant à expliquer la solubilité de cette laque dans l'ammoniaque. On sait que l'oxyde d'étain précipité à froid est soluble dans l'ammoniaque lorsqu'il est humide, et qu'il perd cette solubilité sous diverses influences, telles qu'une élévation de température, et notamment par la dessiccation : ce sont exactement les mêmes influences qui font perdre au pourpre de Cassius sa solubilité. Il faut bien remarquer, en outre, que

la solution de pourpre de Cassius, qui est toujours trouble par réflexion, laisse déposer lentement de l'or métallique, l'oxyde d'étain restant presque entièrement dissous. Ce fait bien connu est tout naturel, si le pourpre de Cassius est une laque; il est, au contraire, bien difficile à expliquer si l'or est dans le pourpre à l'état d'oxyde, car l'action de l'ammoniaque sur les oxydes des métaux précieux donne toujours des produits plus ou moins complexes, mais ne met jamais le métal en liberté.

» Je terminerai par une dernière observation : Mercadieu a remarqué que, dans l'essai des métaux précieux, on obtient une matière très-analogue au pourpre de Cassius, quand on dissout dans l'acide azotique de l'argent contenant un peu d'étain et d'or; comme l'or est inoxydable par l'acide azotique, il en concluait que l'or était à l'état métallique dans le pourpre. Gay-Lussac a repris ces expériences et soutenu la même opinion, mais leur pourpre n'étant pas soluble dans l'ammoniaque, il restait à démontrer, sinon l'identité, tout au moins *l'isomérie* que Gay-Lussac inclinait à admettre entre les deux substances.

» On peut démontrer qu'il n'y a de différence, entre le pourpre de Cassius et celui des essayeurs, que celle qui résulte des conditions différentes dans lesquelles le bioxyde d'étain s'est formé : l'oxyde d'étain obtenu par l'oxydation de l'étain à chaud est insoluble dans l'ammoniaque; il en est de même de sa laque; mais si l'on attaque à une douce chaleur l'alliage ternaire d'argent, d'or et d'étain, on obtient un résidu pourpre, soluble dans l'ammoniaque. C'est qu'en effet, comme je l'ai vérifié directement, l'oxyde d'étain obtenu dans ces conditions est soluble dans ce réactif. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Fusion du platine*. Note de **M. H. VIOLETTE.**

« Dans les fourneaux de laboratoires, on ne développe généralement pas assez de chaleur pour fondre le platine. La disposition suivante du fourneau à vent ordinaire permet d'opérer facilement cette fusion, et de produire une température excessive, dont pourront disposer à l'avenir les chimistes et les industriels.

» Dans la raffinerie de salpêtre que je dirige à Lille, se trouve une grande cheminée en maçonnerie, de 30 mètres de hauteur et de $1^{m},20$ de diamètre; elle sert d'issue à huit grands foyers, surmontés de chaudières, alimentés par la houille, et qui entretiennent un tirage constant et énergique. Une petite porte, ménagée à la base de la cheminée, et ordinairement fermée par un petit mur en briques, permet de pénétrer dans l'inté-

rieur, pour le ramonage ou les réparations. C'est devant cette porte, au pied de la cheminée, que j'ai construit un petit fourneau à vent, dont le volume extérieur ne dépasse pas un mètre cube; la grille, composée de barres de fer mobiles, est un carré de $0^m,30$ de côté. La capacité du foyer est de 45 litres; le carneau, établissant la communication avec l'intérieur de la cheminée, a $0^m,20$ de côté.

» J'ai commencé par employer le coke comme combustible; je me suis servi successivement de creusets de Paris, de Hesse, de plombagine, de chaux; dans chacun d'eux je plaçais, comme témoins de chaleur, une cinquantaine de grammes de pointes et clous en fer. L'opération durait à peine une heure; la combustion était très-active, le tirage violent, sonore, semblable au roulement d'un wagon, l'éclat du feu éblouissant. Or, dans toutes mes opérations, creusets et métal ont constamment fondu, laissant sur la grille un magma de scories vitreuses. J'ai pensé que la cendre du coke pouvait être un fondant suffisant pour déterminer cette fusion; en conséquence, j'ai remplacé le coke par des morceaux de charbon de cornue à gaz d'éclairage, celui qu'on emploie dans la confection des piles de Bunsen; les phénomènes de combustion ont été les mêmes, mais plus intenses; la grille reste nette et libre, sans résidu scoriacé; mais les creusets de Hesse s'affaissent, se déforment en s'aplatissant sur leur fromage. J'ai mieux réussi enfin, en taillant en creuset un fragment de charbon de cornue à gaz, que j'introduis dans un creuset de Hesse : cet assemblage résiste assez bien; le creuset de Hesse fond en partie, mais celui de charbon se maintient droit et intact. C'est dans l'intérieur de ce creuset qu'ayant introduit 50 grammes de platine, partie en mousse, partie en débris, j'ai retiré, après une heure de feu à peine, un culot pesant 50 grammes, de platine parfaitement fondu (1).

» Bien des corps doivent se volatiliser à cette température excessive; ils peuvent donner lieu à des recherches intéressantes et peut-être à des résultats utiles. Dans cette pensée, j'ai voulu répéter la belle expérience d'Ebelmen, qui a obtenu l'alumine cristallisée, en chauffant longtemps dans un four à porcelaine un mélange d'alumine et de borax. On sait que le saphir, l'opale, le rubis, l'émeraude, la topaze ne sont que de l'alumine colorée. Or, en opérant dans mon petit fourneau comme l'a fait Ebelmen,

---

(1) Le platine n'aurait-il pas pris dans cette expérience quelques traces de charbon, de silicium, ou même de soufre, qui auraient abaissé son point de fusion?

(*Note du Secrétaire perpétuel.*)

j'ai trouvé mon creuset de charbon, après volatilisation complète du borax, tout tapissé intérieurement d'une couche de petits cristaux durs, translucides et très-brillants, d'alumine cristallisée. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les changements de coloration produits chez les poissons par les conditions d'habitat.* Note de **M. DE LA BLANCHÈRE**, présentée par M. de Quatrefages.

« Je me bornerai à exposer deux de mes observations les plus frappantes, sans commentaires, me contentant de faire remarquer combien de déceptions peuvent être amenées, lors d'une acclimatation, par des circonstances analogues.

» 1° Dans le département de la Mayenne, aux environs de Sillé-le-Guillaume, des pièces d'eau ont été creusées au milieu d'un terrain d'argile blanchâtre, compris dans les couches supérieures de la formation primitive. L'un de ces petits étangs est entretenu par l'eau du ciel, conduite par des rigoles à ciel ouvert; elle y présente constamment une coloration laiteuse. Or des carpes communes (*Cyp. Carpio*, Lin.), placées dans cet endroit avec leur coloration normale, y ont acquis une teinte pâle, ou plutôt ont éprouvé une décoloration les amenant à l'unisson de la couleur générale du sol et des eaux. Bien plus, des tanches (*Cypr. Tinca*, Lin.), vivant sur cette vase blanche, y ont perdu complétement leur belle couleur vert-bouteille à reflets violets : elles sont devenues blanches, et leurs nageoires, d'un violet sombre quand on les avait apportées, sont devenues presque transparentes. Outre ces deux espèces qui, hautement teintées, se sont décolorées rapidement, des gardons communs (*Leuciscus rutilus*, Yarr.) peuplent les couches supérieures des eaux et gardent leur éclat moiré.

» 2° Notre seconde observation porte sur une espèce non indigène, mais acclimatée depuis deux cent cinquante ans, le cyprin de la Chine (*Cyprinus auratus*, Lin.). Le département de l'Aveyron présente deux sols extrêmement différents : l'un, appelé le *ségala*, est formé de schistes et de grès bigarré; le second, appelé *causse*, est un désert de calcaire jurassique. Au mois d'avril 1871, dix cyprins de la Chine, pris devant moi, avec plusieurs milliers d'autres, dans un étang du Cluzel, en plein ségala, furent transportés par moi chez M. l'abbé Cérès, pour peupler une mare en plein causse, à Baulez. Ils avaient de $0^m,10$ à $0^m,15$ de longueur moyenne, et étaient hautement teintés en rouge intense. L'étang d'où ils provenaient était le lieu de leur naissance; l'espèce s'y multiplie en très-grande abon-

dance, y atteint ses plus fortes dimensions et une intensité de coloration peu commune. Au mois de septembre 1872, des sept plus grands cyprins placés dans la mare, trois survivaient et étaient arrivés à une taille de $0^m,20$. Au mois de juillet, une femelle mourut pleine d'œufs, laissée à sec par un orage qui fit déborder la mare. Tous sont devenus entièrement blancs, d'une teinte mate et argentée.

» Les trois plus petits cyprins avaient été placés, en 1871, dans un réservoir de ciment, se remplissant des eaux de pluie qui coulent d'un toit, sans avoir touché terre. Ils sont demeurés rouges; nous les avons vus en 1872. On les a portés dans la mare; l'an prochain, l'expérience sera complète. Remarquons, en terminant, que l'eau de la mare est une eau de source et a une admirable limpidité. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les propriétés antifermentescibles et l'action physiologique du silicate de soude* (1). Note de **MM. A. Rabuteau** et **F. Papillon**, présentée par M. C. Sédillot.

« Nos recherches sur le silicate de soude confirment les résultats que nous avons annoncés, avec cette restriction que, dans certains cas, l'effet antifermentescible ou antiputride du sel paraît temporaire.

» *Action sur le sang.* — On place dans trois flacons, n°s 1, 2, 3, 100 grammes de sang de bœuf défibriné et frais; on ajoute au n° 2 1 gramme de silicate de soude, et au n° 3, 2 grammes du même sel. (Le silicate est en dissolution dans 10 grammes d'eau). Dès le surlendemain, le sang n° 1 non silicaté répand une odeur infecte. La partie supérieure est claire. Les globules sont rassemblés au fond du vase. En examinant le liquide au microscope, on voit des bactéries et des vibrions. Les globules sont à peine déformés. Les deux échantillons de sang silicaté, 2 et 3, sont au contraire complétement inodores, et, lorsqu'on en place une goutte sous l'objectif du microscope, on n'y aperçoit ni infusoires ni globules : le silicate a déterminé la dissolution complète des hématies et des leucocytes. La putréfaction du sang n° 1 continue. Le sang silicaté, inaltéré pendant huit jours, commence à dégager, après ce temps, une faible odeur de putridité.

---

(1) Il est juste de rappeler qu'un savant belge, M. Husson (Émile), répétiteur à l'École vétérinaire de Bruxelles, avait publié dans les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, en 1867, des *Recherches sur l'action des silicates alcalins sur l'économie animale*, dont la suite a été interrompue par la mort de l'auteur. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

» En étudiant directement au microscope l'action d'une solution concentrée de silicate sur les globules sanguins, on constate qu'il faut une heure environ pour en obtenir la disparition.

» *Action sur le pus.* — 100 grammes de pus, provenant d'une pleurésie purulente, extrait depuis cinq jours et exhalant une odeur fétide, étant additionné de 1 gramme de silicate de soude, redevient inodore et ne présente plus trace de décomposition. Examinés au microscope, les globules sont granuleux. La quantité de silicate a été insuffisante pour les dissoudre; mais, en faisant agir une plus forte proportion de sel sur une moindre quantité de matière, la dissolution est complète. Au bout de dix jours, le pus silicaté est encore sans odeur. Il faut, comme pour le sang, environ une heure pour déterminer la dissolution totale des globules de pus par une solution concentrée de silicate.

» La même solution dissout aisément les vibrions et les bactéries.

» *Action sur la bile.* — 100 grammes de bile fraîche de bœuf additionnés de 1 gramme de silicate de soude ne présentent, au bout de dix jours, aucun signe de décomposition. La bile abandonnée à elle-même exhale des gaz putrides.

» *Action sur l'œuf.* — Un œuf battu avec 1 gramme de silicate de soude n'offre, au bout de vingt jours, aucune trace de putridité ni d'altération.

» *Action sur la fermentation sinapisique.* — Un papier Rigollot, trempé dans une solution étendue de silicate, ne détermine aucune rubéfaction de la peau. D'autre part, lorsque celle-ci a été provoquée par un papier ordinaire, le silicate fait disparaître la rougeur et la douleur.

» En répétant avec des solutions pures de glucose les essais faits avec le moût de raisin, les résultats ont été les mêmes. Toutefois, en prolongeant l'expérience, la fermentation d'un mélange de 100 grammes d'eau, 10 grammes de glucose, $1^{gr},50$ de silicate de soude et 1 gramme de levûre de bière, complétement entravée pendant huit jours, commence après ce laps de temps. Il est probable que dans ce cas, comme avec le sang, une dose plus forte de silicate eût empêché l'apparition de la fermentation. Nous espérons pouvoir indiquer, avec la suite de ces études, la cause de cette action *retardatrice.* »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches chimiques sur les feuilles de l'*Eucalyptus globulus. Note de M. **Rabuteau**, présentée par M. C. Sédillot.

« L'*Eucalyptus globulus*, employé contre les fièvres intermittentes, renferme-t-il un principe basique, analogue aux alcaloïdes du quinquina?

» Brunel, dans un Mémoire sur les effets de l'*Eucalyptus*, a signalé dans ce végétal une substance non définie, désignée sous le nom d'*eucalyptine*, et des médecins de Corse ont administré avec succès un résidu salin, complétement indéterminé, obtenu en traitant par l'acide sulfurique un extrait alcoolique de l'écorce d'*Eucalyptus*.

» Si l'*Eucalyptus* contenait un alcaloïde fébrifuge, il est probable que ce principe n'aurait pas échappé à M. Cloëz, dans ses travaux sur les feuilles de cet arbre et sur l'*eucalyptol*. Mes recherches prouvent, d'une manière directe, que les feuilles de l'*Eucalyptus* ne renferment pas d'alcaloïde.

» L'iodure de potassium ioduré précipite presque tous les alcaloïdes, ce qui rend ce réactif si précieux dans les recherches de Chimie pure et de Chimie appliquée à la Physiologie et à la Médecine. Un réactif plus précieux encore que l'iodure de potassium ioduré précipite tous les alcaloïdes connus : c'est l'acide phosphomolybdique. Ainsi, tandis que le réactif iodé ne détermine aucun trouble dans une solution de caféine, l'acide phosphomolybdique donne, dans cette solution, un précipité jaune très-abondant, lors même que la caféine ne se trouve que dans la proportion de $\frac{1}{20000}$, et l'on observe encore un trouble jaunâtre lorsque la proportion de cet alcaloïde n'est que de $\frac{1}{80000}$.

» Partant de ces faits, j'ai soumis à l'évaporation, jusqu'à moitié, une teinture alcoolique de feuilles d'*Eucalyptus*, dans laquelle une addition d'eau a déterminé une précipitation abondante d'une résine jaunâtre qui a noirci à l'air. Quelques gouttes d'acide chlorhydrique favorisent singulièrement la séparation de cette résine, soluble dans les alcalis, avec lesquels elle donne des résinates, et c'est par suite de la légère alcalinité de la salive que cette même résine, presque insipide lorsqu'elle est pure, se dissocie avec une extrême lenteur, mais en quantité appréciable, dans la salive. On pourrait donc en faire une préparation analogue à certains goudrons médicinaux solubles par l'addition d'un alcalin.

» La liqueur séparée de la résine et filtrée contient du tannin, qui la rend astringente et qu'on peut enlever à l'aide d'un sel de fer. Cette séparation n'est pas nécessaire, et, après avoir débarrassé de la résine le liquide supposé contenir l'alcaloïde, ni l'iodure de potassium ioduré ni l'acide phosphomolybdique n'ont donné de précipité.

» Une décoction de poudre de feuilles d'*Eucalyptus globulus* dans l'eau acidulée, pour en séparer toute la résine, ayant été traitée par ces réactifs, n'a donné aucune trace d'alcaloïde, d'où cette conclusion que les feuilles d'*Eucalyptus* n'en renferment pas.

» Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Robin, à l'École pratique de la Faculté de Médecine. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain quaternaire du Sahara algérien.* Note de **M. Ch. Grad.**

« Au sud de Constantine, la ligne de séparation des eaux coulant d'une part vers le Sahara, de l'autre vers la Méditerranée, passe à 6 kilomètres de Batna, à une hauteur de 1100 mètres au-dessus du niveau de la mer. Des deux côtés de cette ligne s'étend un dépôt continu de marnes, entre les crêtes des collines, avec une pente très-douce, presque insensible. Ces marnes, tantôt brunes, tantôt jaunes ou zébrées de violet, reposent à quelques mètres de profondeur sur un banc de poudingue à peu près horizontal. En descendant vers le Sahara, le poudingue apparaît à la surface à son tour, soit en figurant des plateaux réguliers ou des terrasses, comme le long de l'Oued El-Kantara, de l'Oued Bou-Mazoube et de l'Oued Biskra; soit sous forme d'un manteau continu, comme entre le col de Khanguet-Ousla et la plaine d'El-Outaïa d'abord, puis dans le pli, entre le col de Sfa et Biskra. Ces poudingues, à peu près horizontaux, recouvrent parfois avec une discordance de stratification bien marquée les terrains de formation antérieure, comme au pied du Djebel Amar-Khaddou, aux abords des oasis de Chetma et de Garta. Ils se composent là de cailloux roulés, provenant des calcaires crétacés englobés dans une gangue calcaire ou gypseuse plus ou moins dure, formant carapace. A partir des pentes de l'Atlas vers le sud du Sahara, la grosseur des cailloux diminue, comme l'épaisseur des bancs. La grosseur des galets ou des blocs roulés varie depuis 1 mètre cube, dans le bassin du Hodna, jusqu'à la dimension d'une noisette, au plateau de Kef-el-Hammar. La puissance des bancs atteint de 8 à 10 mètres sur les bords de la rivière de Biskra, de 5 à 10 mètres le long de l'Oued El-Kantara, de 3 à 4 mètres près de Chetma, 4 mètres enfin au-dessus des couches d'origine marine, pliocènes, de Bou-Mazoube dans le bassin du Hodna. Vers le sud, les poudingues ou les galets, encroûtés dans les marnes pures ou argileuses, apparaissent beaucoup plus rarement à la surface du sol. Mais les forages faits pour la création de puits jaillissants autour de Touggourt et dans la dépression du Chott Melghigh indiquent presque tous des couches de poudingues sous les marnes et les sables, à une profondeur variable. A Ourlana, les journaux de sondage en indiquent une première couche à 58 mètres de profondeur; à Mazer, on a trouvé, à 58 mètres aussi, un banc de galets de calcaire et de silex agglutinés; à Sidi-Jaya, une couche

de cailloux calcaires et siliceux, reliés par un sable très-dur, s'est montrée à 41 mètres. Non-seulement les poudingues apparaissent ici à une plus grande profondeur qu'au pied de l'Atlas, mais les galets sont presque tous siliceux et très-petits, tirant probablement leur origine des montagnes de l'Ahaggar, dans le centre du Sahara (1).

» Aux poudingues du Sahara sont associées des couches de marnes et de sables à peu près parallèles. Toutefois, quand les couches alternent ou se superposent, le parallélisme de ces différents dépôts ne persiste pas d'une manière rigoureuse sur de grands espaces, comme pour les dépôts marins. Leur forme est lenticulaire et l'épaisseur des dépôts varie souvent sur de faibles étendues. Les sondages artésiens faits sur des points rapprochés montrent que les couches de marnes, de sable et de poudingue enchevêtrent différemment leurs alternances variées. Bien des fois les poudingues passent au sable d'une manière insensible, ou encore les marnes sableuses se changent en marnes pures. Quant au gypse mêlé aux diverses couches, il donne souvent au sable la consistance du grès, dont la délitation à la surface du sol produit les dunes. Lorsque les marnes viennent à la surface, elles forment, comme les poudingues, des plateaux desséchés, dont l'aspect monotone et les vastes perspectives contrastent avec la surface accidentée des dunes. Presque toujours la superficie des plateaux marneux présente, comme le manteau de poudingue, un encroûtement calcaire ou surtout gypseux, qui paraît avoir transsudé à la surface et la rend rocheuse (2).

(1) Quand les poudingues du Sahara arrivent au jour, ils forment des plateaux arides, des *hammads*, comme disent les indigènes. Ils ne sont pas cependant en couches régulières, d'une épaisseur constante. Ils ont plutôt l'aspect des dépôts de graviers fluviatiles, s'étendant au-dessus des marnes et des sables plus ou moins gypsifères qui leur sont associés, comme un manteau continu à surface généralement horizontale. On observe cette horizontalité des poudingues superficiels autour de Biskra, aux oasis de Khanga-Sidi-Nadj et de Sidi-Obgha, au bord de l'Oued El-Arab et au plateau de Kef-el-Hammar. Sur les rives de l'Oued El-Kantara, ces mêmes poudingues affectent bien par moments des pentes plus ou moins inclinées, mais elles proviennent de l'éboulement des marnes sous-jacentes. Puis, sur la lisière du Sahara, près de l'oasis de Sidi-Khelil, ce dépôt en stratification discordante avec des couches de grès jaune et des marnes d'une formation plus ancienne sur lesquelles il repose présente une inclinaison de 15 degrés vers le sud, inclinaison due sans doute à une dislocation du sol. Dans la Mididja, sur le versant de la Méditerranée, le manteau de galets anciens de la période quaternaire, situé sur les pentes des montagnes des Beni-Menacer, a été aussi fortement relevé, avec des dénivellations considérables depuis sa formation.

(2) La présence du gypse dans les couches superficielles de gravier, de sable, de marnes

» Dans le sud du Sahara algérien, les amas de sable traversés par les forages artésiens du bassin du Melghigh, sur une grande épaisseur, apparaissent à la surface du sol sur d'immenses étendues, à l'état de dunes. Au premier aspect, le sable de ces dunes semble amené par les vents. Le même sable cependant a été trouvé, dans les sondages artésiens, alternant avec des couches de marnes et de poudingues, par conséquent dans des conditions qui attestent son dépôt sous l'action de l'eau; puis, au sein même des dunes, il y a des traces de stratification, et l'on y ramasse de gros galets que le vent n'a pas jetés au milieu des sables. D'un autre côté, les vents, au témoignage des Sahariens, ne modifient pas d'une manière sensible la forme des dunes pendant toute une vie d'homme. Pour ces différents motifs, nous pensons, avec M. Ville et M. Vatonne, que les dunes se sont formées sur place, avec les sables amenés par les eaux et par la désagrégation des grès gypseux.

» En résumé, la stratification horizontale, ou à peu près telle, des poudingues, des sables et des grès, des marnes argileuses ou sableuses du Sahara algérien, rattache ces diverses couches à une même formation, qui recouvre avec discordance les terrains plus anciens. Avec un développement immense, cette formation présente une remarquable unité de composition. Sa constitution est celle des dépôts d'atterrissement fluviatiles, avec une puissance de 10 mètres seulement pour les poudingues de la lisière septentrionale du Sahara, mais qui atteint 107 mètres au puits d'Oum-Thiour,

---

du Sahara ne doit pas étonner, car on le retrouve aussi dans les dépôts tertiaires et crétacés. Sa texture et son abondance varient. Il est mêlé en plus grande quantité aux dépôts superficiels; mais les sondages artésiens constatent aussi l'existence de couches gypseuses compactes, à 100 mètres de profondeur au puits de Cétraïat, à 94 mètres au puits d'El-Mkham. Il est parfois farineux et friable, plus souvent solide et cristallisé. On voit des amas de gypse blanc, pulvérulent, au milieu des poudingues de l'Oued El-Kantara. Dans les sables quartzeux, le gypse apparaît en cristaux en fer de lance, de 20 à 25 centimètres de long sur 15 à 20 de large, formant des paquets entassés les uns au-dessus des autres, avec des angles très-vifs, montrant que les cristaux se sont développés sur place. Viennent-ils à constituer une couche continue, les cristaux gypseux affectent plusieurs formes et s'enchevêtrent de mille manières. Mais, le plus souvent, le gypse se montre à la surface des plateaux à l'état de croûte uniforme, composée de plaques juxtaposées, à structure grenue, simulant un dallage régulier. Ce dallage se poursuit sans interruption sur des étendues énormes, où l'on pourrait rouler en voiture pendant des heures. Dans certaines dépressions et dans les gouttières d'anciens courants d'eau à sec, la même croûte revêt les pentes et les parois comme la partie supérieure des plateaux, témoignant alors de dénudations et d'érosions antérieures aux derniers dépôts gypseux.

près du Chott Melghigh, et même 180 mètres si l'on tient compte des inégalités de relief produites par l'érosion du sol environnant. Ses fossiles sont des restes de mollusques terrestres ou d'eau douce, provenant d'espèces encore vivantes dans le Sahara et en Algérie, entre autres : le *Planorbis corneus*, le *P. Duveyrieri*, l'*Helix candidissima*, l'*H. pyramidata*, l'*H. melastomosa*, le *Bulimus decollatus*, la *Melania tuberculata*, le *Melanoprides prærosus*, auxquels est associé aussi le *Cardium edule*, qui vit dans les eaux saumâtres. Tous ces caractères, sauf quelques différences locales, appartiennent à la formation du diluvium ou des terrains quaternaires d'alluvions observés dans presque tous les pays du monde. Développés à la surface du Sahara et dans le Tell, sur le littoral de la Méditerranée, ces dépôts reparaissent en outre sur chaque gradin de la chaîne de l'Atlas, en communication avec les terrasses inférieures par les défilés et les cols, formant un manteau continu, que percent par intervalles les saillies des terrains plus anciens, et dans les creux duquel les alluvions modernes se déposent en faibles couches de limon argileux ou sableux. Il a fallu, pour ce puissant dépôt détritique, l'intervention de grands courants d'eau descendus des montagnes, et des pluies d'une abondance extrême, en contraste avec la sécheresse du climat actuel. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la théorie physiologique de la fermentation alcoolique par la levûre de bière; par* **M. A. Béchamp.**

« Les recherches qui font l'objet de cette Note ont été entreprises pour résoudre les questions suivantes :

» 1° L'acide acétique, qui est un produit constant de la fermentation alcoolique, peut-il être réputé provenir de l'oxydation de l'alcool par l'oxygène de l'air ?

» 2° L'acide acétique provient-il du sucre ou de la levûre ?

» 3° La levûre, étant un être qui se nourrit, ne cède-t-elle rien au milieu dans lequel s'accomplissent les actes de sa nutrition ?

» 4° Si la levûre désassimile de sa propre substance, quelle relation y a-t-il entre ce qu'elle perd et les rapports que l'on peut faire varier entre les poids de la levûre et du sucre d'une part, et certaines circonstances physiques et chimiques d'autre part ?

» 5° La levûre, se nourrissant, doit vivre mieux dans un milieu alimentaire complet : quelle influence exerce cette alimentation mixte sur la rapidité de la fermentation et sur l'abondance des produits formés ?

» 6° La levûre étant un être organisé, et non un précipité de gluten ou d'albumine devenus insolubles par oxydation, peut-on en modifier le fonctionnement sans lui faire perdre son caractère de ferment alcoolique?

» 7° La levûre, étant un être vivant (passant par les phases de jeunesse et de vieillesse, et pouvant avoir des maladies), est-elle toujours semblable à elle-même quant à son fonctionnement physiologique?

» Ces questions étaient, en grande partie, résolues dans le sens où elles ont été faites, lorsque j'ai publié la Note que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie le 4 avril 1864. Elles l'ont été ensuite par un grand nombre d'expériences, qui figureront dans mon Mémoire. Je prie l'Académie de me permettre de les résumer ici. Avant de le faire, il est nécessaire de poser en principe un fait qui ressort de ces expériences mêmes, et qui répond à la septième question, savoir : *Deux levûres en apparence morphologiquement identiques et pures ne sont pas nécessairement identiques de fonction.* Ce principe, qui explique bien des choses inexpliquées de l'art du brasseur, il le fallait énoncer; car il fait comprendre pourquoi, quand j'ai voulu comparer l'influence des conditions diverses dans lesquelles j'ai placé la levûre, il a été nécessaire de prendre toujours pour témoin une fermentation alcoolique normale. Cela posé, pour mesurer l'influence des conditions dans lesquelles j'ai forcé la levûre de vivre, il fallait un terme de la fermentation facile à doser; j'ai choisi l'acide acétique. Et pour mesurer les pertes éprouvées par la levûre, il en fallait un autre qui en provînt incontestablement : j'ai choisi l'acide phosphorique; cet acide existe, en effet, toujours dans le produit de la fermentation par la levûre de bière.

» Dans les mêmes conditions, la levûre d'un même lot produit toujours la même quantité d'acide acétique avec un même poids de sucre et sous le même poids; mais, toutes choses égales d'ailleurs, divers lots de levûre peuvent en produire des quantités qui varient du simple au quadruple. Je le répète, voilà pourquoi, dans chaque série d'expériences, il faut prendre une expérience type pour témoin. Je prends, en général, 100 grammes de sucre de canne, 25 grammes de levûre lavée et égouttée, et 400 centimètres cubes d'eau. J'ai eu l'occasion d'employer des levûres, pures d'ailleurs, qui, dans les conditions de l'expérience type, ne détruisaient 100 grammes de sucre que dans quinze et même vingt jours; d'autres, qui n'exigeaient que quatre à cinq jours.

» *Influence du contact de l'air sur la quantité d'acide acétique produit.* — Le contact de l'air, même en large surface, loin d'augmenter la quantité d'acide acétique, la diminue. Des fermentations ayant produit, après expulsion de

l'air des appareils par un courant d'acide carbonique, de $0^{gr},25$ à $0^{gr},4$ d'acide acétique pour 100 de sucre, j'ai trouvé que, sous le contact de l'air, la quantité d'acide acétique pouvait descendre au-dessous de $0^{gr},1$ pour la même levûre, en même poids, et pour 100 de sucre. Généralement, le contact de l'air abrége la durée du phénomène. Du reste, en discutant l'expérience de Lavoisier et les circonstances dans lesquelles il l'a réalisée, je montrerai que l'air n'y pouvait pas efficacement intervenir. Pour que l'oxygène absorbé augmente la quantité d'acide acétique d'une façon anomale, il faut que la fermentation s'accomplisse sous l'influence d'un courant de 8 forts couples de Bunsen. L'hydrogène de l'eau décomposée se dégage avec l'acide carbonique. Dans ces conditions, j'ai vu une fois l'acide acétique s'élever à 1 pour 100 du sucre détruit.

» *L'acide acétique vient-il du sucre ou de la levûre?* — Je me suis assuré que l'on pouvait rendre le poids de l'acide acétique plus grand que celui de la levûre employée. Ceci est d'une importance capitale pour la théorie physiologique de la fermentation alcoolique.

» Le 20 mars 1864, on mit en expérience de la levûre d'un même lot dans les conditions suivantes :

A. sucre de canne, 150^{gr}; levûre en pâte, $2^{gr},6$; eau, 800; créosote, 6 gouttes,
B. sucre de canne, 200^{gr}; levûre en pâte, $0^{gr},1$; bouillon de 80^{gr} de levûre, 2000^{cc}, créosoté.

» Les deux expériences devant durer longtemps, les appareils avaient été hermétiquement clos et les tubes abducteurs s'ouvraient dans le mercure sous l'eau.

A. était terminé le 3 juillet suivant; acide acétique formé, $1^{gr},032$.
B. était terminé le 29 juin suivant; acide acétique formé, $0^{gr},486$.

» Il n'y a pas de correction à faire subir au premier nombre, vu la petite quantité de levûre employée; mais le second doit être corrigé de l'acide acétique apporté par le bouillon de levûre. Or cette quantité était de $0^{gr},029$; il reste donc $0^{gr},457$. En rapportant l'acide acétique à 100 de sucre, nous trouvons :

A. acide acétique, $0^{gr},688$. B. acide acétique, $0^{gr},229$. C. témoin, ac. acét., $0^{gr},327$.

Mais, au point de vue physiologique, il n'est pas rationnel de rapporter les produits de la désassimilation à l'aliment; c'est à l'être alimenté. Je considère comme levûre physiologique celle qui contient 18 à 20 pour 100 de matière sèche; c'est précisément le cas de la levûre employée dans cette expérience. Dans l'expérience A, le poids de la levûre a diminué; il a augmenté dans l'expérience B.

» Si donc dans A nous prenons pour poids de la levûre celui du début, savoir $2^{gr},6$, il faudra dans B prendre celui de la fin, savoir $5^{gr},8$, puisqu'il y a eu formation de nouvelle levûre, laquelle a fonctionné. Avec ces données, nous trouvons que 100 grammes de levûre normale ont produit, dans les conditions des expériences :

A.	Acide acétique rapporté à 100 de levûre normale,	39,7
B.	»	7,9
C.	»	1,3

» Ainsi l'acide acétique peut augmenter au delà du poids de la matière sèche de la levûre, et cela d'une manière absolue. Mais ces expériences révèlent, de plus, que la levûre qui est mieux nourrie se multiplie et produit moins d'acide acétique; celle que l'on ne nourrit que de sucre s'épuise et produit plus d'acide acétique. On ne peut donc pas dire que l'acide acétique vient de la levûre. L'acide acétique, comme les autres produits de la fermentation, est fonction de toutes les conditions du phénomène, et notamment de la nature et de l'état physiologique de la levûre.

» *La levûre cède de sa substance au milieu fermentant.* — Cela devait être, car tout organisme vivant qui se nourrit désassimile. J'ai déjà montré ce fait pour la levûre que l'on force à l'autophagie (1). Il en est de même pour la levûre que l'on ne nourrit que de sucre. J'ai dit que j'avais choisi l'acide phosphorique pour démontrer ce fait important. Le 14 mars 1864, j'ai mis en expérience à l'air libre, dans un vase à précipités :

A.	Sucre, 100; levûre, 100 grammes	(18 p. 100 de matière sèche);	eau, 400;
B.	Sucre, 100; levûre, 50	»	eau, 400;
C.	Sucre, 100; levûre, 30	»	eau, 400;

et un témoin dans lequel il y avait les mêmes proportions que pour C, mais où l'air avait été expulsé par un courant d'acide carbonique. Température, 15 à 20 degrés.

Opérations.	Durée.	Acide acétique p. 100 de sucre.	Acide acétique p. 100 de levûre.	PO^5 p. 100 de sucre.	PO^5 p. 100 de levûre sèche.
A......	24 heures	0,132	0,132	0,054	0,30
B......	74 »	0,110	0,220	0,043	0,48
C......	94 »	0,084	0,280	0,030	0,56
Remous.	215 »	0,264	0,880	0,048	0,89

» *Influence de la température sur la quantité d'acide acétique et sur la durée de la fermentation.* — Le 18 janvier 1867, j'ai mis en expérience, d'un même

(1) *Comptes rendus*, 4 avril 1864.

lot de levûre, à l'abri de l'air, les trois mélanges suivants, dont le premier servait de témoin :

A. Sucre, 200; levûre, 50; eau, 800; température, 25 à 30 degrés au-dessus de zéro.
B. Sucre, 200; levûre, 50; eau, 800; température, 2 à 12 »
C. Sucre, 200; levûre, 100; eau, 800; température, 2 à 12 »

» Le tableau suivant résume ces opérations :

	Durée.	Acide acétique p. 100 de sucre.	Acide acétique p. 100 de levûre.
A.........	23 jours	0,327	1,310
B.........	35 »	0,231	0,924
C.........	21 »	0,207	0,414

» *N. B.* J'ai opéré des fermentations sous des pressions allant jusqu'à deux atmosphères. La pression augmente la quantité d'acide acétique.

» J'ai employé, dans les fermentations, divers agents usités en médecine. La décoction de quassia amara abrége la durée de la fermentation, de même que l'addition du sulfate de quinine; la décoction de quinquina l'augmente. Le chloroforme, l'iodoforme (d'après la thèse du Dr Floucaut), la créosote, l'acide phénique retardent la fin de la fermentation. Le bicarbonate de soude, le carbonate de chaux, l'alcool, la glycérine, l'acide succinique amènent, comme les agents précédents, quelque perturbation mesurable; mais le sens du phénomène ne varie pas sensiblement en ce qui concerne la quantité d'alcool formé. J'ai remarqué, enfin, que les fermentations dans lesquelles on remplace l'eau par le bouillon de levûre s'échauffent bien plus que les autres. Nous nous occupons, M. Moitessier et moi, de la détermination de la quantité de chaleur dégagée dans ces phénomènes. »

M. Jacquez demande l'ouverture de deux plis cachetés, déposés par lui le 23 novembre 1857 et le 4 janvier 1858.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contiennent deux Notes, presque identiques, sur la conservation des matières animales au moyen du borate de soude et des borates en général. Voici un extrait de la première de ces Notes :

« Le borax et le sous-borate d'ammoniaque empêchent, détruisent la moisissure, et conservent parfaitement les matières animales.

» En juin 1853, j'avais fait dissoudre à chaud 25 grammes de gélatine (colle forte) dans 100 grammes d'eau, et $4^{gr},50$ de borax. Je fus fort étonné de voir cette solution passer toutes les chaleurs de l'été, dans un flacon débouché, sans présenter aucun indice de moisissure, ni de putréfaction. Au mois d'août de la même année, des morceaux de viande plongés dans une solution aqueuse de borax, à 5 pour 100, y restèrent un mois dans

un état parfait de conservation. Ils furent ensuite retirés du liquide et exposés à l'air, où ils finirent par se dessécher lentement, sans s'altérer en rien.

» Mon intention était bien alors de pousser mes expériences plus loin; mais l'épidémie cholérique qui désola le pays en 1854 et 1855 me fit perdre de vue les essais commencés.

» Je les ai repris dans le courant de l'été dernier, d'abord avec le borax, puis avec le borate d'ammoniaque, qui, étant une fois plus soluble que le premier, me faisait espérer de plus grands avantages. Mon espoir n'a pas été trompé. Enfin j'ai réuni les deux liquides dans une même solution. J'ai employé les proportions suivantes :

Eau de pluie ou de rivière un peu pure.......	100 parties.
Borax du commerce........................	5 à 6 »
Sous-borate d'ammoniaque..................	10 à 12 »

» Le liquide s'emploie tiède pour les injections.

(Suit la description de deux expériences d'injections, faites sur des lapins tués depuis deux jours; les animaux ont pu être conservés pendant plusieurs mois.)

» ... Si ce nouveau moyen de conservation réussit, comme ces premiers essais le font espérer, il sera d'une très-grande utilité pour les dissections; car il ne change rien à la couleur des tissus ni à leur consistance; il n'a rien de vénéneux, et surtout il n'altère en rien le tranchant des instruments.

» J'espère même que, pour les dissections, le borate d'ammoniaque ne sera pas nécessaire, et qu'une solution de borax à 6 pour 100 (1) sera suffisante pour injections; et alors, par ce dernier moyen, la préparation d'un cadavre d'adulte ne coûtera pas 2 francs.

» La solution concentrée des deux sels serait réservée pour les embaumements, qui pourraient se faire par deux ou trois injections successives dans le système circulatoire, à quelques jours d'intervalle.

» Cela n'empêcherait pas qu'on introduisît encore un peu de la solution dans l'estomac, par l'œsophage; dans les plèvres, par le sommet de la poitrine; dans le péritoine, par l'épigastre, au moyen d'un très-petit trocart; dans la vessie, par l'urèthre, et, dans le crâne, au moyen d'étoupes ou d'autres substances imbibées du liquide et introduites après soustraction d'une partie du cerveau, à travers une ouverture pratiquée avec précaution dans les pariétaux. Mais ces opérations secondaires, qui auraient l'inconvénient de mutiler un peu le cadavre, ne seraient pas nécessaires, et, dans le cas où l'on voudrait ne pas se contenter des injections veineuses et artérielles, il serait plus convenable, après ces injections, de plonger entièrement le corps dans une solution à peu près concentrée des deux sels, et de l'y laisser pendant un mois ou deux.

» Le borax pulvérisé sera aussi un très-bon moyen de conservation pour les peaux des animaux et des oiseaux à empailler.

» Sa solution seule, ou aidée de celle du borate d'ammoniaque, pourra également remplacer l'alcool avec avantage, dans tous les cas où celui-ci est employé pour la conservation des matières animales.... »

---

(1) Et mieux peut-être à 8 pour 100, pourvu que le liquide ait une chaleur de 40 à 45 degrés centigrades au moment de l'injection, et que le cadavre à injecter ait été placé pendant quelques heures dans un milieu un peu chaud.

M. Guynemer demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 3 janvier 1870.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note relative à l'essaim des astéroïdes de novembre.

M. Malessart adresse une Note relative à un nouveau moteur, obtenu par une disposition particulière des électro-aimants.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Edm. Becquerel.

M. Samson adresse les dessins d'une machine dont la force motrice est empruntée à l'action de la pesanteur.

Cette Communication sera soumise à l'examen de M. Dupuy de Lôme.

M. F. Thomas adresse une Note concernant un mode de préparation du fluor, par l'action du sulfate de cuivre sur un fluorure anhydre.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Balard.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 14 octobre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or, publié par le Comité central d'Agriculture de Dijon; nos 1 à 4, janvier à avril 1871; année 1872, premier fascicule. Dijon, imp. Rabutot, 1871-1872; 2 br. in-8°.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon, 1872, nos 3 et 4. Lyon, imp. Storck, 1872; 2 br. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, 1871, 2e semestre; 1872, 1er semestre. Nantes, imp. veuve Mellinet, 1871-1872; 2 br. in-8°.

Eau sulfureuse d'Allevard, son emploi dans les maladies de l'appareil respi-

ratoire, de la peau, etc. Stations hivernales, influences maritimes, climats; par le Dr J. LAURE; 4e édition. Paris, G. Masson, 1873; 1 vol. in-12.

Hygiène de la table. Traité du choix des aliments dans leurs rapports avec la santé; par J.-P.-A. DE LA PORTE. Paris, F. Savy, 1872; 1 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Recherches sur les outils en silex des Troglodytes et sur la manière dont ils les fabriquaient; par S. BONFILS *et* L. SMYERS. Nice, typ. E. Gauthier et Cie, 1872; in-4°.

Détermination télégraphique de la différence de longitude entre des stations suisses; par E. PLANTAMOUR *et* A. HIRSCH. Genève et Bâle, H. Georg, 1872; in-4°.

Cascina Pasteur. Éducations par pontes isolées. Étude bacologique; par G. SUSANI. Milan, imp. J. Civelli, 1872; in-4°.

Army medical department report for the year 1870, *and supplement to report for* 1869; volume XII. London, by Harrison and Sons, 1872; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Rabies and hydrophobia: their history, nature, causes, symptoms and prevention; by G. FLEMING. London, Chapman and Hall, 1872; in-8°, relié. (Présenté par M. Bouley.)

Il S. Offizio, Copernico e Galileo a proposito di un opuscolo postumo del P. Olivieri sullo stesso argomento appunti di G. GOVI. Torino, stamperia reale, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Intorno ad una trasformazione simultanea di due forme quadratiche ed alla conica rispetto a cui due coniche date sono polari reciproche; Nota di F. SIACCI. Torino, stamperia reale, 1872; br. in-8°.

Teorema sui determinanti ed alcune sue applicazioni di F. SIACCI. Torino, stamperia reale, 1872; br. in-8°.

Nota intorno alle forme quadratiche, del socio corrispondente italiano Fr. SIACCI. Torino, 1872. (Reale Accademia dei Lincei.)

Intorno ad una macchina elettromagnetica del dott. Pacinotti, e ad una armatura da lui detta trasversale a proposito della macchina magneto-elettrica del sig. Gramme; Nota del dott. R. FERRINI. Firenze, tip. edit. dell' Associazione, 1872; opuscule in-18.

Indicazione di una tavola grafica per la lettura delle differenze fra le declinazioni degli astre dai tempi dei passaggi per micrometri fissi del D.-A. PACINOTTI. Pisa, tip. Pieraccini, 1872; br. in-8°.

Sulla permanenza di liquidi volatili in tubi manometrici anche a pressioni negative e sul fenomeno della vaporizzazione. Osservazioni del D.-A. PACINOTTI. Pisa, tip. Pierraccini, 1872; br. in-8°.

A. PACINOTTI. *Sulla dispersione delle cariche elettriche operata dall' aria.* Firenze, tip. dell' Associazione, 1872; opuscule in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 octobre 1872.)

Page 801, tableau II, 5e colonne, ligne 5, *au lieu de* 6,00, *lisez* 6,88.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE CÉLESTE. — *Mémoire sur l'origine solaire probable de l'électricité atmosphérique* (1re Partie); *par* **M. Becquerel.** (Extrait.)

« Les vues théoriques que j'expose dans ce Mémoire sur l'origine solaire de l'électricité atmosphérique laissent peut-être encore à désirer sur quelques points, mais elles auront du moins l'avantage d'attirer l'attention des astronomes et des physiciens sur une question très-vaste qui se rattache à la production des phénomènes lumineux que l'on observe quelquefois, non-seulement dans notre atmosphère, mais encore au delà, notamment à celle des aurores boréales. J'ai pensé qu'il était indispensable, avant de la traiter, de rappeler l'état de nos connaissances sur la formation et la composition des astres, qui forment le système solaire, et sur les phénomènes physiques et chimiques produits dans les premiers âges de la terre, lesquels étaient accompagnés d'effets électriques puissants qui se produisent probablement dans le Soleil, à cause de l'identité de formation et de composition de ces deux astres. En démontrant qu'il doit en être ainsi, on rend probable l'origine solaire que j'ai cherché à donner à l'électricité atmosphérique. Tel est le but que je me suis proposé dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Ce Mémoire, dont je ne donne ici qu'un extrait, se compose de quatre chapitres, dont voici les titres :

» 1er chapitre : Vues générales sur la formation du système solaire; phénomènes physiques et chimiques produits dans les premiers âges de la terre.

» 2e chapitre : État de nos connaissances sur la constitution physique et chimique du Soleil comparée à celle de la Terre, dans les premiers temps de sa formation.

» 3e chapitre : De l'électricité atmosphérique et des causes auxquelles on attribue sa production.

» 4e chapitre : De l'origine céleste attribuée à l'électricité atmosphérique.

» Le Soleil, à son origine, formait une vaste nébuleuse, composée d'un ou de plusieurs noyaux, laquelle renfermait tous les éléments connus ou inconnus encore; cette nébuleuse, soumise au refroidissement dû au rayonnement céleste, et en obéissant à l'attraction mutuelle de ses parties, s'est condensée autour de chaque centre. Tel est le mode de formation, suivant Laplace, du Soleil, des planètes, de leurs satellites et de tous les corps du système solaire.

» La Terre ayant eu le même mode de formation que le Soleil, et les éléments qu'elle renferme devant exister tous probablement dans le Soleil, d'après les observations spectroscopiques, on est porté à admettre que l'état physique du Soleil, eu égard à ses dimensions, est le même que celui de notre planète à la même époque calorifique. Je distingue trois époques : la première est celle où tous les éléments étaient dissociés : c'est l'état nébuleux; la deuxième, celle où l'eau, étant formée, se trouvait à l'état de vapeur dans l'atmosphère terrestre; la troisième, celle où l'eau, étant devenue liquide, a commencé à se répandre sur la surface de la Terre.

» Lorsque la Terre était à l'état gazeux, sa température était excessivement élevée, et tous les éléments étaient dissociés : c'était la première époque; mais le rayonnement céleste ayant abaissé peu à peu sa température, il s'est déposé autour du noyau central des zones de nature et de densités différentes, les plus denses et les plus réfractaires les premières; de pareils effets doivent se produire dans le Soleil.

» La croûte terrestre étant formée, il est arrivé un instant où, par l'effet du refroidissement, son épaisseur est devenue suffisante pour préserver du refroidissement les parties intérieures qui conservent encore une portion de la chaleur primitive, comme tendent à le prouver les eaux thermales et les éruptions volcaniques.

» Je rapporte, dans le Mémoire, les diverses opinions qui ont été émises sur l'existence de la chaleur centrale de la Terre. Il résulte de la discussion qui a eu lieu à cet égard que l'intérieur de notre astre doit conserver encore une portion de sa chaleur primitive et être dans un état d'incandescence.

» Lorsque la température de la Terre fut suffisamment abaissée, les combinaisons commencèrent à se former : d'abord les oxydes, avec un grand dégagement de chaleur et d'électricité, deux effets concomitants, une action chimique ne pouvant avoir lieu sans l'un et l'autre effet, en rapport avec l'énergie de cette action, qui était alors des plus puissante. La recomposition des deux électricités devait rendre constamment lumineuse l'atmosphère.

» Dans les temps primitifs de la Terre, alors que l'eau n'était pas encore formée ou se trouvait à l'état de vapeur, l'atmosphère renfermait une grande quantité d'oxygène et d'hydrogène à l'état gazeux ou à l'état de combinaison, comme cela doit avoir lieu dans le Soleil.

» A une certaine époque du refroidissement de la Terre, lorsque la croûte formée offrait moins de résistance et que le refroidissement était irrégulier, il en est résulté des plissements, des soulèvements qui ont changé sa configuration.

» Quelles sont les premières roches formées? On l'ignore. On sait seulement que les roches d'origine ignée, qui ont paru successivement en soulevant les terrains de sédiment et les traversant, sont, par ordre d'ancienneté, les granits, les porphyres, etc., et les basaltes en dernier lieu; mais les granits, étant composés d'oxydes, sont d'une formation antérieure.

» La température étant encore au-dessus de 100 degrés, l'eau se trouvait à l'état de vapeur dans l'atmosphère; mais aussitôt qu'elle fut suffisamment abaissée, et encore au-dessus de 100 degrés, à cause de la pression extérieure, l'eau formée, qui était chaude et acide, gagna les parties basses, en ravinant et décomposant les roches qui se trouvaient sur son passage, et entraînant avec elle les débris qui ont formé les terrains de sédiment.

» Les agents atmosphériques durent agir puissamment sur les matières déjà formées. Ces réactions étaient accompagnées d'un dégagement de chaleur énorme, d'explosions, de déchirements et de retour à l'état liquide ou gazeux de quelques-uns des composés déjà solidifiés; de tous ces effets, il devait en résulter de violentes décharges électriques. Les volcans actuels ne donnent qu'une faible idée de ce qui se passait dans les temps primitifs.

» Il est à présumer que de semblables effets doivent se produire dans le Soleil, qui se trouve dans une des premières phases du refroidissement de la Terre; les volumes étant dans le rapport de 1326410 : 1, et celui des masses de 354933 : 1, le refroidissement a dû être excessivement inégal dans les deux astres.

» J'expose ensuite les phénomènes volcaniques terrestres, afin de pouvoir les comparer aux mêmes phénomènes solaires qui ont lieu dans des proportions infiniment plus considérables; je rapporte les diverses théories qu'en ont données Davy, Gay-Lussac, Ampère, etc. Les deux premiers n'ont fait jouer qu'un rôle passif à la chaleur centrale, tandis qu'Ampère la considère comme l'élément principal, ce qui paraît plus rationnel. Suivant notre éminent confrère, dont on connaît les idées originales, un volcan ne serait qu'une fissure permanente, servant à établir une communication entre la couche non oxydée, possédant une température très-élevée et les liquides qui se trouvent à la surface et qui y sont introduits par infiltration. Aussitôt que le contact a lieu, il s'est produit de violentes réactions chimiques, une grande formation de vapeur et d'électricité et tous les effets connus des volcans.

» J'ai indiqué ensuite toutes les causes terrestres qui fournissent de l'électricité à l'air, lesquelles ne sont pas suffisantes pour expliquer la grande quantité qui s'y trouve à l'état libre, surtout dans les régions supérieures de l'atmosphère.

» Ces causes, je les ai fait connaître en partie dans un Mémoire spécial, et je les rappelle en les développant dans celui-ci; elles sont physiques ou chimiques, et exigent le contact de deux corps différents, solides, liquides ou gazeux; il faut en excepter toutefois la volatilisation et la condensation des vapeurs, non suivies d'actions chimiques; Faraday, Peltier, MM. Delarive, Gaugain et moi avons reconnu que le changement d'état des corps ne trouble jamais l'équilibre des forces électriques. De nouvelles expériences, que j'ai faites à ce sujet et qui sont rapportées dans mon Mémoire, ne laissent aucun doute à cet égard.

» Je mentionne ce fait remarquable observé par M. Palmieri dans les éruptions du Vésuve, que les vapeurs sont toujours positives et les cendres négatives.

» L'air, lorsque le ciel est serein, possède toujours un excès d'électricité positive, qui va en augmentant à mesure que l'on s'élève au-dessus du sol, jusqu'aux plus grandes hauteurs où l'on soit parvenu. La quantité d'électricité, dans les couches inférieures, varie suivant les localités; elle est en

général plus forte dans les lieux élevés et nulle dans les maisons, partout enfin où les électricités peuvent se recombiner; elle est soumise, en outre, à des variations diurnes, mensuelles et annuelles, dont les lois paraissent être régulières, et qui ont une certaine importance pour l'examen de la question dont il s'agit.

» On a rappelé la théorie ingénieuse de Gay-Lussac de la formation des nuages orageux, que j'ai invoquée dans la discussion des faits. La production des aurores boréales, ou plutôt des aurores polaires, se rattache au sujet que j'ai traité, c'est-à-dire à l'origine solaire de l'électricité atmosphérique. J'ai signalé certaines particularités qui s'y rattachent et qui tendent à le prouver, comme M. Delarive a cherché à le faire en montrant en même temps que ce phénomène est atmosphérique. J'entrerai plus loin dans quelques détails à cet égard.

» Il fallait encore, pour arriver au but que je me proposais, passer en revue tout ce que nous savons touchant la constitution physique du Soleil, et la comparer à celle de la Terre. Cette question présentait des difficultés à cause de la divergence des opinions émises sur la manière d'interpréter les faits observés; mais en coordonnant les faits méthodiquement, mettant en regard les observations des astronomes les plus éminents qui paraissent les avoir envisagés sous le même point de vue, on a alors toutes les chances d'arriver à la vérité.

» Wilson est le premier qui ait annoncé, en 1774, que les taches du Soleil étaient des excavations au fond desquelles se trouvait un noyau composé de deux matières de nature très-différente; la masse de l'intérieur, selon lui, était un corps solide, non lumineux, noir et couvert d'une substance enflammée dont l'astre devait tirer toutes ses facultés éclairantes et vivifiantes.

» En partant de cette hypothèse, il expliquait l'apparition des taches en supposant qu'un fluide élastique, élaboré dans la masse obscure du Soleil, s'élevait à travers la masse lumineuse, l'écartant, la refoulant, laissant voir à nu une portion du globe obscur intérieur; les talus de l'excavation constituaient la pénombre. Il pensait que cette enveloppe éclairante, à cause de sa consistance, avait de la ressemblance avec un brouillard. Ces effets ne pouvaient être produits qu'au moyen d'éruptions volcaniques.

» Tel était l'état des choses, lorsque W. Herschel publia, en 1795, une théorie renfermant les idées les plus plausibles, d'après Arago, sur la constitution du Soleil, vues dans lesquelles il adopta quelques-unes des bases de celles de Wilson, comme je le montre dans mon Mémoire.

» On a cherché à expliquer la chaleur solaire, qui ne paraît éprouver aucun changement depuis nombre de siècles, en mettant en avant diverses hypothèses, et en ne prenant nullement en considération le refroidissement excessivement lent du Soleil, propriété qui est propre à toutes les planètes et à leurs satellites et qui doit appartenir également au Soleil dont le mode de formation a été le même.

» Chladni a avancé le premier que l'espace, outre les planètes et leurs satellites, renfermait une infinité de petites masses isolées qui, une fois parvenues dans la sphère d'activité du Soleil, y tombaient avec une vitesse excessive telle, que le choc dégageait assez de chaleur pour réparer les pertes qu'éprouvait l'astre par l'effet du rayonnement céleste.

» L'idée de Chladni a servi de base au Dr Mayer pour expliquer non-seulement la chaleur et la lumière solaire, mais encore la lumière zodiacale; ce n'est là toutefois qu'une hypothèse qui a peu de vraisemblance; en effet, si les choses se passaient ainsi, il faudrait admettre qu'il existât dans l'espace un nombre pour ainsi dire infini de météorites, tombant comme la pluie, sans interruption, non-seulement sur le Soleil depuis sa formation, mais encore sur toutes les étoiles, qui ont également chacune leur système planétaire; tout l'univers contribuerait donc à entretenir la chaleur et la lumière dans tous les astres; le nombre des météorites serait donc infini, ou bien il devrait y en avoir une reproduction perpétuelle, ce qui est inadmissible. Il vaut mieux supposer, comme plus rationnel, un refroidissement excessivement lent, dont les effets ne seront sensibles que dans un avenir très-éloigné, ou bien adopter l'hypothèse de M. Faye, dont je vais parler.

» La nature de la lumière solaire et celle des protubérances a été découverte par Arago, à l'aide du polariscope; la lumière qui nous vient de la photosphère, n'étant pas polarisée, émane d'une substance enflammée et gazeuse.

» J'expose ensuite les recherches de M. Faye sur la nature des taches solaires. Deux théories ont été données par les astronomes pour les expliquer : W. Herschel et Arago, comme je l'ai dit précédemment, ont admis que la masse interne du Soleil est froide et obscure; les autres supposent que cette masse est aussi chaude pour le moins que la photosphère; on voit donc que le point de départ de la discussion est la noirceur des taches. On s'est demandé ensuite s'il y avait des causes intérieures produisant cette noirceur.

» M. Faye a montré par l'observation et le calcul que les conséquences déduites des causes extérieures étaient inadmissibles, parce qu'elles contre-

disaient les faits. Les hypothèses de Chladni et du Dr Mayer se trouvent ainsi écartées.

» Notre éminent confrère a étudié cette question, sans se préoccuper si le noyau central était noir ou non. Il a pris successivement trois points de départ différents : la loi de rotation des taches, la grandeur et la constance de la radiation, la noirceur des taches : les résultats ont été les mêmes quant au mécanisme intérieur du Soleil. La noirceur des taches montre que, au-dessous de la photosphère, il doit exister des couches moins chaudes que la matière incandescente de la photosphère, et moins aussi que la partie centrale. Quant à la distribution de la chaleur, M. Faye la rattache à la chute continuelle des matières solides, ayant brûlé quelque temps dans la photosphère, et qui tombent ensuite sous forme de pluie vers les régions centrales, sans qu'il en résulte ensuite un travail dans un sens ou dans un autre. Il ne considère pas la photosphère comme une couche continue, mais bien comme une couche fort lumineuse par elle-même, de même que les couches sous-jacentes, mais dans laquelle il se forme une grande quantité de petits amas de matières incandescentes, séparés par des intervalles noirs.

» Il est à croire, suivant M. Faye, que l'oxygène, l'agent principal des combinaisons produisant l'incandescence, tend à se concentrer dans les couches supérieures, à cause de sa légèreté spécifique et de son aptitude à conserver l'état complétement gazeux, sous de hautes pressions; dès lors, l'action chimique serait produite par l'introduction de vapeurs métalliques ascendantes, etc., etc.

» Cette hypothèse est beaucoup plus rationnelle que celle de Chladni et de Mayer et gagne à l'examen.

» Au-dessous de la photosphère, suivant M. Faye, s'opérerait la projection des matières oxydées qui, après avoir rayonné quelque temps, pleuvraient vers l'intérieur, où s'achèverait la décomposition complète. Une provision limitée d'oxygène servirait donc à alimenter le jeu des décompositions et des combinaisons successives, sources des courants qui agitent continuellement la surface solaire. Mais la réduction ne peut s'opérer que par l'action de la chaleur ou par l'intermédiaire de l'hydrogène, d'où résulte un dégagement de vapeur aqueuse, hors des couches inférieures. L'oxydation devrait s'effectuer, soit par la combinaison avec l'oxygène, soit par la décomposition de l'eau. Dans ce cas, il y aurait une abondante

projection de gaz hydrogène. Cette explication est rendue probable par les observations dont il sera question ci-après.

» Je passe ensuite aux observations faites par M. Rayet, pendant l'éclipse de 1869, sur la présence de l'hydrogène dans les protubérances solaires, puis à celles de M. Janssen, qui est parvenu à observer les mêmes protubérances sur le contour de l'image solaire hors des éclipses; il démontra qu'il existait une dépendance entre la présence de ces taches et les protubérances dont la composition était la même.

» M. Lockyer communiqua en même temps à l'Académie de semblables observations.

» Les protubérances ne seraient donc que les parties les plus saillantes de la matière hydrogénée qui entoure de toutes parts le Soleil; peut-être ne seraient-elles que des projections gazeuses, comme du reste Arago l'avait soupçonné, en annonçant que la lumière qui en émane, n'étant point polarisée, devait provenir d'une matière gazeuse enflammée.

» M. Janssen tire les conséquences suivantes de ses observations :

» 1° Le Soleil est formé d'un noyau relativement obscur, ayant une température excessivement élevée et qui doit être à l'état fluide, du moins jusqu'à une certaine profondeur.

» 2° Ce noyau, par voie de refroidissement, est entouré d'une enveloppe terminée, qui a une constitution analogue à celle du gaz, c'est-à-dire formée de poussières solides ou liquides nageant dans un gaz. Ces poussières rayonnent énergiquement; aussi cette enveloppe, qui est la photosphère, est-elle la plus lumineuse de toutes les enveloppes solaires.

» 3° Au-dessus de la photosphère se trouve la chromosphère, formée principalement d'une mince couche d'hydrogène incandescent. Les protubérances appartiennent à cette couche.

» 4° Enfin au-dessus de la chromosphère se trouve une quatrième atmosphère découverte, dans la dernière éclipse solaire, que M. Janssen nomme coronale et qui paraît extrêmement étendue, très-rare et bien distincte de la chromosphère, quoique formée des mêmes gaz.

» Selon M. Janssen, la coronale a une étendue extrême dont on ne peut apprécier les limites, puisqu'elles échappent aux observations spectroscopiques; au surplus, il doit en être de l'atmosphère solaire comme de l'atmosphère terrestre, dont on ne connaît pas les limites, l'air se diffusant sans que l'on puisse y assigner un terme, qui doit exister cependant, puisque la

pression moyenne de notre atmosphère n'a pas changé au moins depuis deux siècles. Ces limites, à l'égard de l'atmosphère solaire, doivent être extrêmement reculées à cause de la température élevée de l'astre.

» La présence de l'hydrogène ou de la vapeur d'eau dans la photosphère et les protubérances pouvait être prévue, d'après les principes que j'ai posés. Lorsque la Terre se trouvait dans la phase de refroidissement où est aujourd'hui le Soleil, tous les éléments étaient dissociés; l'oxygène, et l'hydrogène qui devait former plus tard l'eau des mers, des lacs et des fleuves, se trouvaient en immense quantité dans une atmosphère enflammée, comme l'est aujourd'hui celle du Soleil. Quand cette dernière sera suffisamment refroidie, l'hydrogène se combinera avec l'oxygène pour former de l'eau. A cette époque, l'atmosphère solaire sera composée des mêmes éléments que la nôtre.

» Les découvertes de M. Janssen ont donné lieu à de nouvelles recherches sur la formation et la constitution des protubérances; on y a constaté de nouveau la présence de l'hydrogène, ainsi que celle de différents métaux à l'état de vapeur, tels que le potassium, le sodium, le magnésium, le calcium, le cobalt, le nickel, le zinc, le fer, etc., M. Faye avait déjà prévu l'existence de ces métaux, dans la Communication qu'il a faite à l'Académie le 27 juillet 1868.

» L'absence des métaux précieux dans les vapeurs, tels que le platine, l'or, etc., qui sont les plus réfractaires, porterait à croire que ce sont les premiers qui ont éprouvé les effets du refroidissement et qui occupent la partie centrale du Soleil, comme probablement celle de la Terre.

» Les photographies représentant des taches et des protubérances solaires, que le P. Secchi a adressées à l'Académie dans la séance du 29 juillet dernier, mettent bien en évidence les éruptions solaires, dont les taches seraient les cratères. En discutant les observations qu'elles lui ont suggérées, il en a tiré la conséquence que les éruptions solaires peuvent durer un nombre considérable de jours, et que les changements de forme des taches sont probablement produits par des éruptions nouvelles.

» Le P. Secchi fait observer, en outre, que l'atmosphère solaire doit contenir toutes les espèces de vapeur connues qui s'élèvent à des hauteurs d'autant plus grandes qu'elles sont plus légères; on lui doit aussi des observations intéressantes sur les variations qu'éprouvent les diamètres solaires et sur le mouvement de rotation des protubérances, qui confirment les résultats de calculs obtenus par M. Faye, et dont il a été question précédemment.

Enfin le P. Secchi a tiré les conséquences suivantes de toutes ses observations :

» 1° L'existence des éruptions solaires dans les taches a pour indices certains et rationnels le renversement des raies de l'hydrogène et les dilatations des raies des autres vapeurs métalliques.

» 2° Les taches sont réellement dues à des éruptions.

» 3° Les facules vives, surtout en présence des taches, sont accompagnées d'éruptions qui déterminent une élévation assez sensible sur le bord solaire.

» 4° Les éruptions solaires peuvent durer un nombre considérable de jours; les changements de forme des taches sont produits par des éruptions nouvelles.

» En résumé on voit, d'une part, que les vues théoriques de Wilson, William Herschel et Arago sur la constitution physique du Soleil se trouvent confirmées par les observations récentes et adoptées par MM. Faye, Janssen, le P. Secchi, etc.; de l'autre, que la constitution actuelle du Soleil a la plus grande analogie avec celle de la Terre, dans les premiers temps de sa formation, alors peut-être que la croûte terrestre n'était pas encore formée; à cette époque, le noyau terrestre était semblable, probablement, à celui du Soleil, et il devait se produire sur la Terre des éruptions semblables à celles que l'on observe sur le Soleil, éruptions continues, variant d'intensité et projetant à d'immenses distances, qu'il n'est pas possible d'évaluer, de l'hydrogène et d'autres matières incandescentes à l'état de vapeur.

» Dans la seconde partie, on traitera de l'origine de l'électricité atmosphérique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note sur la production de l'alcool par les fruits;* par M. PASTEUR.

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que, pour la connaissance de quelques-uns des faits exposés dans ma deuxième Note du 7 octobre, j'ai été devancé par M. Lechartier, qui a publié, dans le cours de l'année 1869, en collaboration avec M. Bellamy, deux Notes intitulées, la première : *Étude sur les gaz produits par les fruits;* la seconde : *De la fermentation des fruits.* Malgré le soin avec lequel je me plais à suivre et à encourager nos anciens élèves de l'École Normale supérieure, ces Notes avaient passé pour moi inaperçues.

» M. Lechartier est, en effet, un de nos meilleurs élèves de l'École Normale, actuellement professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, et déjà

connu de l'Académie par des travaux d'études minéralogiques qui se recommandent autant par la nouveauté des méthodes que par la précision des résultats.

» Voici une très-courte analyse des Notes de MM. Lechartier et Bellamy, dans ce qu'elles ont de relatif à mes propres recherches.

» M. Lechartier place les fruits (pommes, citrons, cerises, groseilles) dans des éprouvettes à pied qui communiquent avec des éprouvettes plus petites disposées sur la cuve à mercure. Il a trouvé que les phénomènes observés se partagent en deux périodes distinctes. Dans la première, après l'absorption du gaz oxygène de l'air resté dans les éprouvettes, le dégagement de gaz acide carbonique s'effectue d'abord d'une manière uniforme, puis se ralentit et s'arrête pendant un certain temps pour reprendre ensuite avec des vitesses croissantes, supérieures à celles qu'on observe dans la première période.

» La première période dure plusieurs mois. Arrivé au terme de cette première période, accusée par le ralentissement du gaz, ou mieux la cessation de son dégagement, M. Lechartier écrase les pommes, les broie dans un mortier, puis les soumet à la distillation. En outre, il observe au microscope, soit la pulpe, soit l'intérieur des pommes restées entières.

» Dans tous les cas, il a constaté la formation de l'alcool à la fin de la première période, et il laisse clairement entrevoir que cet alcool n'a pas pu se produire sous l'influence de la levûre de bière. Sous ce rapport, il oppose les faits de la seconde période avec ceux de la première. Dans la seconde période, où le dégagement de gaz reprend, il a observé le ferment alcoolique, développé et bourgeonnant. Au surplus, voici comment il s'exprime :

« Pendant la première période du dégagement gazeux, nous n'avons trouvé de ferment bourgeonnant ni dans les pommes, ni dans le jus qu'elles ont fourni. On rencontre dans le jus des globules isolés de diverses grosseurs. On en voit même quelques-uns de forme ovoïde, ayant l'apparence de globules de ferment; mais toujours ils sont isolés. Cependant, même dans ce cas, il y a production d'alcool comme on l'a constaté dans l'expérience 5. »

» Il s'agit ici d'une expérience qui, au moment de cette observation, durait depuis deux mois et demi environ.

» Mes recherches diffèrent de celles de M. Lechartier par deux points essentiels : 1° parce que je plonge les fruits dès l'abord dans le gaz acide carbonique, et que je constate la formation immédiate de l'alcool. La présence de l'alcool est très-sensible déjà après vingt-quatre heures. Ce résultat est capital si l'on se place au point de vue que j'ai développé devant l'Aca-

démie, savoir : que cette formation de l'alcool est due à ce que la vie chimique et physique des cellules du fruit se continue dans des conditions nouvelles semblables à celles des cellules des ferments. En outre, j'ai constaté un dégagement de chaleur sensible dans les fruits ainsi traités, comme dans les racines, telles que navets, carottes, betteraves, qui offrent d'ailleurs, dans ces essais, des résultats tout particuliers dont je m'occupe présentement. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note au sujet d'une assertion de M.* Fremy, *publiée dans le dernier* Compte rendu; *par* **M. Pasteur.**

« M. Fremy a écrit dans le *Compte rendu* de la dernière séance :

« Dans des expériences que j'ai variées à l'infini, j'ai reconnu qu'il était presque impossible de déterminer une fermentation alcoolique, appréciable par ses résultats, dans une seule goutte de suc de raisin, et j'ajoute que cette fermentation doit être plus difficile encore, comme l'a dit avec beaucoup de justesse notre confrère M. Trécul, lorsque cette goutte se trouve noyée dans une quantité considérable de suc soumis préalablement à l'ébullition. »

» M. Fremy attache une grande importance à cette déclaration. C'est par cette assertion qu'il répond à celles de mes expériences qui démontrent que la levûre qui fait le vin provient de l'extérieur et non de l'intérieur des grains de raisin. Voici la preuve que l'affirmation de M. Fremy est absolument erronée :

» J'ai pris une grappe de raisin, je l'ai broyée dans un mortier, puis j'ai introduit séparément dans une série d'ampoules très-petites une goutte de jus. J'ai fermé les ampoules à moitié pleines à la lampe, je les ai portées à une température de 20 degrés. Toutes, après quarante-huit heures, étaient en pleine fermentation alcoolique et montraient au microscope des cellules de levûre en nombre incalculable. Le jus d'autres grappes traitées de même a toujours donné le même résultat. On peut multiplier à l'infini le nombre des ampoules; toutes offrent les indices les plus manifestes de la fermentation. C'est que dans toutes on a introduit des germes de la levûre de la surface des grains ou de la surface du bois de la grappe, tant ils y sont abondants.

» On peut *noyer* la goutte de jus dans une grande quantité de moût de raisin cuit; le résultat est le même. Toute la masse fermente peu à peu.

(M. Pasteur brise une de ces ampoules devant l'Académie. On entend un petit sifflement dû au dégagement du gaz carbonique comprimé, et l'on voit à la surface de la goutte une couronne de petites bulles; MM. Che-

vreul, Cl. Bernard, Wurtz, placés à côté de M. Pasteur, constatent facilement ces faits) (1).

» Les moisissures n'apparaissent pas dans ce genre d'expériences. La raison en est facile à donner; nouvelle preuve de l'erreur des raisonnements de M. Fremy.

» J'ajoute en terminant que M. Fremy me fait dire dans ses Notes une foule de choses que je n'ai jamais dites. Je n'en relèverai qu'une :

« M. Pasteur, dit-il, nie avec énergie la production des ferments par les moisissures. »

» Je n'ai rien dit de semblable dans tout le cours de la discussion, soit verbalement, soit par écrit. C'est M. Fremy qui, jusqu'à présent, a voulu établir une distinction absolue entre les moisissures et les ferments.

» J'ai si peu nié la production des ferments par les moisissures, que j'ai annoncé que les moisissures pouvaient, à la volonté de l'opérateur, jouer ou non le même rôle que les cellules de la levûre, et inversement j'ai donné le moyen de provoquer dans la levûre un mode de nutrition qui la rapproche des mucédinées proprement dites.

» M. Fremy cherche sans cesse à déplacer les questions. Voici ce qui est en litige avant tout autre chose : D'OU VIENT LA LEVURE QUI FAIT FERMENTER LE MOUT DE RAISIN DANS LA CUVE DE VENDANGE? M. Fremy répond, sans fournir la moindre preuve, qu'elle provient de l'intérieur des grains de raisin, du suc même du fruit, par une transformation des matières albuminoïdes. Je réponds, et j'en donne la démonstration péremptoire, évidente,

---

(1) Il y aurait deux manières de donner un semblant de vérité à l'assertion de M. Fremy. Je tire ces deux modes de mes travaux, comme une déduction logique des principes qu'ils ont établis; car je n'ai pas réalisé les essais que je vais indiquer. Premièrement, on pourrait s'arranger pour soustraire entièrement la goutte, dès le moment de son extraction de la grappe broyée, à l'action de l'oxygène de l'air. Ce serait une manière de reproduire l'expérience de Gay-Lussac. J'ai fait observer depuis longtemps que, dans cette expérience, ce n'était pas la matière albuminoïde qui avait besoin d'oxygène pour se transformer en levûre, mais que c'était le germe de la levûre apporté par le mercure, par les grains du raisin, etc., qui avait besoin d'un peu d'oxygène pour germer. L'expérience de Gay-Lussac est vraie, théoriquement parlant; mais je suis persuadé que Gay-Lussac lui-même ne l'a jamais réussie complétement, et qu'il n'a fait que retarder considérablement la fermentation des grains écrasés sous la cloche, du moins en la faisant telle qu'il l'a décrite.

Deuxièmement, on pourrait exagérer énormément le rapport de la quantité d'air restant dans l'ampoule à la quantité de jus brut introduit. Dans ce cas, on pourrait espérer de donner aux germes de la levûre provenant de la surface des grains ou de la grappe la forme de développement aérobie de la levûre, forme sur laquelle j'appellerai bientôt l'attention. Pour le sens du mot *aérobie*, voir la Note où j'ai proposé ce terme et son correspondant *anaérobie*, dans les *Comptes rendus de l'Académie*, année 1863.

que cette levûre provient uniquement de l'extérieur des grains, des poussières en suspension dans l'air ou déposées à la surface des grains ou du bois de la grappe.

» C'est dans ce cercle d'affirmations que j'ai la prétention d'enfermer M. Fremy. »

Observations verbales de M. Fremy, *au sujet de la lecture de* M. Pasteur.

« Je demande à présenter quelques observations sur la forme et le fond des Communications que M. Pasteur a faites dans cette séance et dans la séance précédente.

La réponse que j'adresse séance tenante à M. Pasteur ne peut pas être complète; il est bien entendu que je répondrai plus longuement à notre confrère, lorsque j'aurai eu le temps de contrôler les expériences qu'il annonce aujourd'hui.

» Quant à la forme, M. Pasteur nous a dit qu'il éprouvait toujours un regret véritable lorsque, dans ses improvisations, il dépassait les bornes de la courtoisie. J'accepte certainement avec plaisir cette déclaration de M. Pasteur; je le prierai cependant d'apporter le même esprit de bonne confraternité dans les Notes qu'il imprime et qui, se faisant à tête reposée, ne devraient plus conserver les traces de vivacité qu'une improvisation peut, jusqu'à un certain point, excuser.

» J'espère donc ne plus rencontrer désormais, dans les Communications de M. Pasteur, des appréciations désobligeantes comme celles que j'ai trouvées dans la Note que notre confrère a fait imprimer dans les *Comptes rendus* du 28 octobre 1872, et que je reproduis ici :

« *M. Fremy se fait le champion de la science allemande... On trouve dans* » *les dissertations de M. Fremy tout, excepté ce qui est véritablement en ques-* » *tion.... M. Fremy, cherchant à être profond, dit que.... C'est le propre des* » *théories vagues de revêtir des formes diverses.... Ce n'est pas là de la discus-* » *sion sérieuse*, etc., etc. »

» M. Pasteur me permettra de ne pas répondre à des observations présentées sous une pareille forme, et particulièrement à cette insinuation, dont tout le monde comprend l'intention, et qui me fait passer pour le champion de la science allemande : la science allemande n'est pas ici en question; il s'agit simplement de rechercher si, comme le veut M. Pasteur, toutes les fermentations sont produites par les poussières de l'air, ou si elles sont dues, comme je le soutiens, aux ferments créés par l'organisme; en outre, notre confrère devrait savoir que la science n'a pas de

patrie, qu'elle n'est ni française ni allemande, et que la vérité scientifique est de tous les pays.

Je laisse ces questions de forme, auxquelles j'attache, du reste, fort peu d'importance, et j'arrive au fond même du débat.

» M. Pasteur nous montre des petits tubes dans lesquels une goutte de suc de raisin est entrée en fermentation; j'affirme de nouveau que, dans de nombreuses expériences que j'ai faites cet été, de petites quantités de suc de raisin ont résisté à la fermentation : je soutiens donc que l'expérience du raisin n'a pas de valeur réelle dans la discussion, et que, lorsque M. Pasteur admet qu'une goutte de suc de raisin extraite du fruit n'entre pas en fermentation parce qu'elle n'a pas reçu des germes de l'air, cette inertie de la liqueur est due à toute autre cause.

» Il ne faut pas chercher ici à détourner la question : il ne s'agit pas de déterminer dans quelles conditions une goutte de suc de raisin fermente ou ne fermente pas. L'expérience du raisin, à laquelle M. Pasteur attache tant d'importance, n'est pas celle dont il vient de nous parler; elle consiste à noyer une goutte de suc de raisin, sortant du fruit, dans 100 centimètres cubes environ d'un suc soumis préalablement à l'ébullition; la liqueur ne fermentant pas, M. Pasteur attribue cette inertie à l'absence des poussières de l'air. *L'interprétation de l'expérience que donne notre confrère ne peut pas, selon moi, être admise.* Je soutiens que, si la fermentation ne se produit pas, cela n'est pas dû à l'absence des poussières, mais aux conditions dans lesquelles le liquide fermentescible est placé. La fermentation du liquide, à la suite de la rentrée de l'air ordinaire dans le ballon, est un *phénomène secondaire* qui est produit par les spores de moisissures : le contrôle de l'expérience de M. Pasteur n'existe donc pas.

» M. Pasteur me demande de serrer la discussion; je pensais avoir été déjà au-devant du désir de notre confrère dans mes Communications précédentes; je vais tâcher cependant de lui donner une nouvelle satisfaction.

» Notre confrère s'imagine qu'il sortirait victorieux de la discussion que je soutiens contre lui si l'exactitude des faits qu'il a avancés n'était pas contestée.

» M. Pasteur se trompe étrangement sur l'état actuel de la discussion; elle porte non-seulement sur la constatation de certains faits, mais aussi sur leur interprétation.

» Si M. Pasteur le désire, j'admettrai l'exactitude de ses expériences, même de celles que je n'ai pas encore contrôlées. *Eh bien! je soutiens que, avec les faits connus, tirés soit des publications de M. Pasteur, soit des miennes,*

soit de celles des autres observateurs, la théorie de notre confrère n'est plus soutenable.

» Cette affirmation est fondée sur les considérations suivantes :

» 1° Pour défendre sa théorie, M. Pasteur est obligé d'établir entre les différentes fermentations une distinction que la science repousse : pour lui, en effet, les ferments les mieux caractérisés, tels que la pepsine et la diastase, ne sont pas des ferments véritables, parce qu'ils ne sont ni organisés ni vivants : cette distinction, entre des phénomènes qui se ressemblent, est la condamnation de la théorie de notre confrère.

» 2° Dans la théorie de M. Pasteur, si les fermentations étaient produites par les germes atmosphériques, elles ne devraient plus avoir lieu en présence d'un air purifié par la pluie ou pris sur une haute montagne; car, d'après notre confrère, un pareil air ne contient plus sensiblement d'organismes : or il est incontestable que les fermentations se produisent en tous lieux, aussi bien après la pluie que sur les montagnes les plus élevées.

» 3° Si l'air contenait, comme le veut M. Pasteur, tous les germes de ferments, une liqueur sucrée, propre au développement des ferments, devrait fermenter et présenter toutes les altérations successives qu'éprouvent le lait ou le moût d'orge; c'est ce qui n'a jamais lieu.

» 4° S'il existait dans l'air assez de germes de ferments pour expliquer la fermentation du moût du raisin qui se produit en tous lieux, lorsqu'on fait passer de l'air sur du coton, on devrait retrouver sur le tissu les germes que M. Pasteur a constatés sur le grain du raisin; le coton devrait, en outre, présenter toute l'activité d'un ferment énergique : il n'en est rien.

» 5° D'après la théorie de M. Pasteur, les organismes ne peuvent jamais produire des ferments; or il est bien établi que les corps organisés, comme les moisissures, engendrent de véritables ferments.

» 6° M. Pasteur avait toujours soutenu que les fermentations ne pouvaient s'effectuer que par l'action des corpuscules qui se trouvent en suspension dans l'air.

» J'ai démontré il y a déjà longtemps que, lorsque l'on abandonne des grains d'orge dans de l'eau sucrée, il se produit, dans l'intérieur du fruit, une fermentation intracellulaire incontestable : il en sort des cellules de ferment et du gaz carbonique.

» La fermentation intracellulaire des fruits vient donc donner le dernier coup à la théorie de M. Pasteur.

» Notre confrère, voyant que sa théorie des poussières atmosphériques n'est plus applicable aux fermentations intracellulaires, a recours alors à une interprétation théorique inadmissible : il soutient que la production de

l'alcool dans les cellules d'un fruit n'est pas une fermentation, parce qu'il ne retrouve pas, dans le suc de fruit, les cellules de levûre qu'il a décrites dans ses Mémoires.

» J'ai déjà répondu à cette singulière argumentation qui appartient plus à la scolastique qu'à la Science; j'oppose, en outre, à M. Pasteur la théorie si importante de M. Berthelot, qui tend à démontrer que les véritables ferments sont les agents que les organismes sécrètent: ainsi la pepsine est sécrétée par l'appareil digestif; la diastase est produite par l'orge en état de germination.

» Dans les fermentations diastasiques et pepsiniques, peut-on voir les ferments? Evidemment non; on n'observe que les organes qui les sécrètent.

» En admettant, pour un moment, avec M. Pasteur, que dans les fermentations intracellulaires on ne retrouve pas les ferments connus, cela ne prouve pas que les fermentations n'ont pas eu lieu.

» 7° La discussion précédente démontre à quel point la définition *des fermentations proprement dites* donnée par M. Pasteur est inadmissible.

» Notre confrère nous dit : « Je ne considère comme fermentation véri-
» table que celle qui est produite par un ferment organisé et vivant. »

» Contrairement à notre confrère, je soutiens qu'une fermentation est définie non par le ferment qui la détermine, mais par les produits qui la caractérisent. Je donne le nom de fermentation alcoolique à toute modification organique qui peut, en dédoublant le sucre, produire principalement de l'acide carbonique et de l'alcool.

» La fermentation lactique est caractérisée par la transformation du sucre ou de la dextrine en acide lactique.

» La fermentation diastasique est celle qui change l'amidon d'abord en dextrine et ensuite en glucose.

» C'est ainsi qu'il faut, selon moi, définir les fermentations.

» Si l'on fait reposer, comme le veut M. Pasteur, la définition des ferments sur la description des formes que les ferments peuvent affecter, on s'expose aux plus graves erreurs.

» 8° C'est cette définition des fermentations, reposant sur la forme des ferments, qui fait soutenir à M. Pasteur un principe physiologique qui sera repoussé par tous les naturalistes et dont M. Trécul lui montrera mieux que moi l'impossibilité.

» D'après M. Pasteur, une *cellule de ferment alcoolique arrive du premier coup, sans transition organique, à une forme et à des dimensions qui ne varient pas!*

» Dans une pareille hypothèse, que deviennent donc les germes de ferments admis par M. Pasteur?

» Il me semble qu'ici notre confrère, qui repousse avec tant d'ardeur, comme on le sait, *les générations spontanées*, admet un principe qu'il condamnerait bien vivement chez ses adversaires.

» 9° En terminant, je tiens à réfuter une sorte d'accusation qui se reproduit souvent dans les Communications de M. Pasteur.

» Notre confrère me reproche d'être presque seul à soutenir les opinions que j'ai développées dans les Communications précédentes.

» Je ne sais pas si M. Pasteur a bien le droit d'avancer que *tous les savants* partagent ses opinions sur la génération et le mode d'action des ferments.

» Je connais à l'Académie et ailleurs un certain nombre de savants, bien compétents dans les questions qui s'agitent en ce moment, qui sont loin d'être de l'avis de M. Pasteur.

» Il ne faut pas oublier que, lorsque j'ai entrepris cette grave discussion sur la génération des ferments, on admettait généralement, d'après les travaux de M. Pasteur, que les poussières atmosphériques étaient les seules causes des fermentations.

» Moi-même j'ai professé pendant un certain temps les théories de M. Pasteur.

» En répétant les expériences de notre confrère, j'ai reconnu que les faits annoncés n'avaient pas la signification que M. Pasteur leur donnait; je crois avoir démontré qu'il fallait établir une grande distinction entre les phénomèmes de fermentation et ceux qui sont dus aux moisissures.

» Dans cette discussion, où j'ai commencé par être seul de mon avis, je n'ai pas encore la prétention d'avoir convaincu tout le monde; mais j'ai aujourd'hui l'assurance d'être appuyé par plusieurs savants éminents. »

Réponse de **M. Pasteur** *à M.* Fremy.

« Je laisse de côté la dissertation que l'Académie vient d'entendre, et je la prie de permettre que la discussion soit maintenue dans le domaine des faits. Montrez donc, dirai-je à M. Fremy, des gouttes de jus de raisin naturel qui ne fermentent pas. Montrez donc des grains d'orge abandonnés dans l'eau sucrée et qui produisent des cellules de ferment intracellulairement.

» Pourquoi ne répondez-vous pas à l'expérience que je viens de décrire et qui renverse votre étrange assertion au sujet des petites quantités de jus de raisin qui, selon vous, ne peuvent fermenter?

» Vous maintenez votre assertion sans apporter aucune preuve, tandis que je m'efforce d'en fournir qui soient claires et concluantes. On ne peut continuer la discussion sous cette forme.

» Je propose donc que l'Académie veuille bien nommer une Commission qui prononcerait sur l'exactitude de mes expériences, en dehors de toute interprétation de leurs résultats, et sans aucune préoccupation de doctrine.

» Voici le programme des huit expériences qui me sont personnelles et dont je demande la vérification :

» 1° Le moût de raisin cuit ne fermente jamais au contact de l'air privé des germes qui s'y trouvent en suspension;

» 2° Le moût de raisin cuit de l'expérience précédente fermente quand on y introduit une très-petite quantité de l'eau de lavage de la surface des grains de raisin ou de la surface du bois de la grappe;

» 3° Le moût de raisin ne fermente pas si l'on y introduit cette eau de lavage après qu'on l'a fait bouillir;

» 4° Le moût de raisin ne fermente pas si l'on y introduit une très-petite quantité de l'intérieur d'un grain de raisin;

» 5° Les raisins placés dans une atmosphère d'acide carbonique donnent immédiatement de l'alcool;

» 6° Dans l'intérieur des grains de l'expérience précédente il n'y a pas de cellules de levûre, alors même que la quantité d'alcool produite est considérable;

» 7° *Les gouttes d'une grappe de raisin écrasé fermentent comme les grandes masses de vendange ;*

» 8° Le moût de raisin naturel filtré donne naissance à la petite levûre que j'ai signalée et figurée dans ma Note du *Bulletin de la Société chimique* pour 1862. Elle apparaît de prime-saut avec sa grosseur et *non avec toutes les grosseurs entre le point apercevable et la dimension des bourgeons détachés des cellules*. Cette dernière expérience a pour objet de répondre à M. Trécul, qui, plus logique que M. Fremy, n'hésite pas à déclarer que la levûre peut naître spontanément, à même les matières albuminoïdes dissoutes.

» J'espère que l'Académie voudra bien qu'une Commission désignée dans son sein vérifie les résultats que j'annonce et en constate l'exactitude, particulièrement l'expérience 7 sur la fermentation des petites quantités de jus de raisin, expérience dont M. Fremy avait fait lui-même le nœud de la discussion, à l'occasion des premières expériences du programme ci-dessus. »

Seconde réponse à M. Pasteur; *par* **M. E. Fremy.**

« L'Académie vient d'entendre la proposition que M. Pasteur lui a adressée ; elle aurait pour effet de soumettre à l'examen d'une Com-

mission le débat scientifique qui s'agite en ce moment, *sous le prétexte* de la constatation pure et simple de quelques faits avancés par notre confrère.

» Cette proposition, qui paraît, au premier abord, assez naturelle, mais dont les conséquences pourraient être très-graves, avait déjà été faite, il y a quelques mois; j'avais démontré à l'Académie que la question si vaste et si difficile des fermentations, qui se discutera encore pendant longtemps, n'était pas une de celles qu'une Commission peut résoudre en ce moment.

» Ce refus m'a exposé aux interprétations les plus malveillantes; on a dit que je m'avouais vaincu, puisque je récusais la compétence de l'Académie.

» Pour donner une nouvelle preuve de la bonne foi que j'apporte dans cette discussion, je viens faire à l'Académie une proposition beaucoup plus large et, je crois, plus pratique que celle de M. Pasteur.

» Persuadé que ce n'est pas un Rapport académique qui peut résoudre toutes les questions relatives aux fermentations, mais que la vérité doit résulter d'un travail loyal, suivi pendant un certain temps par des hommes de science préparés à cette étude par des recherches précédentes sur les ferments, *je viens prier M. Pasteur de s'adjoindre à M. Trécul et à moi pour examiner en commun les questions théoriques et expérimentales qui nous divisent.*

» Je suis persuadé que, en présence d'expériences que nous suivrons ensemble, l'accord s'établira bientôt entre nous, et que nous pourrons éclaircir ainsi, mieux que ne le ferait une Commission, les principaux mystères de la fermentation.

» Comme, avant tout, je recherche la lumière, je serais bien heureux que MM. Decaisne et Ch. Robin, qui n'ont pas pris part à ce débat et qui ont une si grande compétence dans les questions que nous discutons, voulussent bien s'adjoindre à nous.

» La proposition que j'ai l'honneur de faire est d'accord avec nos bonnes habitudes de confraternité; elle fait disparaître le caractère blessant pour moi et compromettant pour l'Académie, qui se trouve dans la demande de M. Pasteur.

» Il faut, en effet, que l'Académie se rende compte des conséquences qui résulteraient de la proposition de M. Pasteur, si elle était acceptée.

» M. Pasteur demandant à une Commission de porter un jugement sur l'exactitude de ses observations, je serai conduit nécessairement à soumettre aussi toutes mes expériences à mes confrères. Je leur demanderai, en outre, de se prononcer sur leur interprétation.

« En un mot, la Commission ne pourra pas rester, comme semble le

croire M. Pasteur, dans la simple constatation des faits; elle sera entraînée fatalement à juger le fond même de la question.

» Si un rapport est fait, il pourra arriver alors, à la suite d'essais nouveaux entrepris par moi ou par d'autres expérimentateurs, qu'on démontre à la Commission de l'Académie que les expériences qu'elle considérait comme rigoureuses sont inexactes, et que le jugement qu'elle a porté est faux.

» S'il s'agissait de reconnaître l'exactitude d'un fait très-simple, je comprendrais, jusqu'à un certain point, l'intervention d'une Commission académique.

» Mais lorsqu'une question, comme celle de la fermentation, qui s'agite aussi bien en France qu'à l'étranger, exige encore pour être résolue de nombreuses expériences, je ne puis pas admettre la proposition de M. Pasteur.

» A la suite des travaux faits en commun par un certain nombre de Membres de l'Académie, si l'accord ne s'établissait pas entre M. Pasteur et moi, il serait toujours temps de revenir à la proposition de notre confrère.

» En résumé, je pense que le mieux est de laisser la discussion continuer en toute liberté, sans solliciter actuellement un jugement définitif qui devra être rendu plus tard, lorsque toutes les pièces du procès scientifique auront été produites.

» Quant à l'intervention des Membres de l'Académie, je ne la comprends que dans le sens d'une collaboration, et non dans celui d'un jugement que M. Pasteur demande. »

« **M. Dumas** rappelle qu'il existe des précédents nombreux dans l'histoire de l'Académie, lui laissant entière liberté pour l'examen des travaux de ceux de ses Membres qui désirent qu'elle fasse connaître son opinion à leur sujet.

» M. Pasteur vient d'énumérer sept expériences déterminées. Comme, dans la carrière scientifique de notre confrère, il n'est jamais arrivé que ses expériences, même les plus délicates, aient été trouvées en défaut, la vérification de celles-ci semblera sans doute peu nécessaire et l'Académie pourrait se dispenser de ce soin.

» Mais, si cette exactitude était mise en doute, M. Pasteur aurait certainement le droit de réclamer l'examen des faits qu'il énonce, et l'Académie, laissant de côté les interprétations de pure théorie, aurait, de son côté, dans l'intérêt de la vérité, le devoir de faire procéder au contrôle demandé par un de ses Membres. »

« **M. Wurtz** signale parmi les expériences de M. Pasteur celle qui a trait à la fermentation de petites quantités de jus de raisin, comme étant contestée

par M. Fremy, et conclut, pour le contrôle de ce point de fait, à la nomination d'une Commission, conformément au vœu exprimé à ce sujet par M. Pasteur et dans les limites où il s'est renfermé. »

Réponse de **M. Pasteur.**

« M. Fremy n'accepte pas ma proposition, et il voudrait entre lui, M. Trécul et moi, un travail en commun en présence de deux de nos confrères qu'il prend la peine de désigner lui-même, MM. Decaisne et Robin.

» Je déclare cette proposition inacceptable. Je demande à l'Académie des juges revêtus d'un mandat officiel et non des témoins bénévoles, qui seraient dans l'impossibilité de remettre à l'Académie un Rapport sur une mission qu'elle n'aurait pas demandée et qui n'aurait pas été acceptée par eux.

» Les premières expériences de mon programme ci-dessus étaient vivement contestées par M. Fremy. Il me semble qu'il ne les conteste plus aujourd'hui; mais il maintient son affirmation au sujet du jus naturel du raisin qui, d'après lui, ne fermente pas en petite quantité. Je maintiens le contraire et je demande que mon assertion soit contrôlée par l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline* (suite). *Nouvelle méthode pour étudier l'action coercitive des sels sur l'eau, à diverses températures* (1); *par* **MM. P.-A. Favre** *et* **C.-A. Valson.**

« Lorsqu'un sel se dissout, il se produit des effets de coercition dont nous avons commencé l'étude et que nous avons essayé d'interpréter. La méthode suivie repose sur la détermination des densités des solutions salines; mais ce procédé, auquel on ne peut se dispenser de recourir pour certaines déterminations, ne doit pas être employé exclusivement, parce qu'il serait trop long et ne permettrait pas de suivre régulièrement le phénomène de coercition dans sa marche continue ni d'observer les modifications correspondant aux variations de température. Aussi avons-nous fait construire dans ce but un appareil spécial se prêtant à divers usages.

» L'appareil qui a servi à nos expériences consiste essentiellement en un vase en verre ou en cristal, de capacité déterminée, muni, à sa partie supérieure, de deux tubulures garnies chacune d'une douille métallique taraudée. L'une de ces douilles laisse passer la tige d'un thermomètre; l'autre douille met la solution saline, contenue dans le vase, en communication avec un tube vertical extérieur en verre. Ce tube est divisé en fractions connues de la capacité totale du réservoir. A la partie supérieure de cette dernière douille

(1) *Comptes rendus*, séances du 5 août et du 12 août 1872.

se trouve adapté latéralement un robinet de décharge, qui permet d'extraire du liquide, lorsque cela est nécessaire. Après avoir rempli le vase avec la solution saline, en ayant soin qu'il ne reste aucune trace d'air emprisonné dans le vissage de la douille qui reçoit le thermomètre, et après avoir vissé la douille fixée au tube divisé sur la douille de l'autre tubulure, on ferme le robinet d'abord ouvert, puis on introduit dans le tube gradué une colonne d'eau pure qui offre le double avantage de s'opposer à la cristallisation dans cette partie de l'appareil et de mettre la liqueur saline à l'abri du contact des corps tenus en suspension dans l'air. Une petite boule, faisant fonction d'une sorte de soupape très-imparfaite et placée au point de séparation des liquides, par conséquent à la hauteur du robinet, s'oppose au mélange des liquides, mélange que la différence de densité rend déjà difficile; cette boule laisse passer un petit cristal, lorsqu'il est nécessaire de l'introduire dans le réservoir.

» L'appareil que nous venons de décrire sommairement permet d'étudier, sous l'influence du refroidissement, les coefficients de contraction des liquides de diverses natures et les coefficients de contraction des solutions salines; chaque solution correspondant à une quantité équivalente de sel dissous ou à des quantités variables. En outre, les coefficients de contraction d'un certain nombre de liquides étant connus, on peut obtenir les coefficients de contraction des corps solides dont la connaissance est nécessaire, par exemple celui du verre ou du cristal qui forme le réservoir de l'appareil, celui des sels anhydres ou hydratés en expérience, etc. Pour cela, il suffit d'introduire les corps solides dans l'appareil contenant un liquide sans action sur eux, et, à ce point de vue, l'opération a beaucoup d'analogie avec la détermination de la densité des corps solides par la méthode du flacon.

» En opérant ainsi, on peut espérer de rendre plus facile l'analyse des phénomènes de contraction que l'eau subit sous l'influence des sels qu'elle tient en dissolution. En effet, supposons, par exemple, qu'on ait déterminé le coefficient de contraction du sulfate de sodium anhydre, calciné ou fondu, et celui du sulfate de sodium cristallisé avec 10 équivalents d'eau, on peut ensuite en tenir compte dans l'interprétation des phénomènes que présentent les solutions de ce sulfate de sodium soumises à l'action de la chaleur, et arriver peut-être à établir la part à attribuer à cet agent.

» Rappelons encore que, en cristallisant à des températures de plus en plus élevées, les sels semblent généralement retenir des quantités d'eau de moins en moins fortes. Ce phénomène est nettement accusé pour le sulfate de sodium, qui se précipite à l'état anhydre, à mesure que la température s'é-

ève davantage au-dessus de 32°,7, tandis que, à une température inférieure, ce sel prend 10 équivalents d'eau. C'est pour étudier ce dernier phénomène que nous avons employé, pour la première fois, l'appareil que nous venons de décrire; mais, au lieu de laisser refroidir le vase, nous avons procédé, par réchauffement progressif, en partant de la température de 32°,7, ce qui permettait de surprendre, en quelque sorte, par suite des changements de volume, le phénomène qui se produit dans une solution de sulfate de sodium, lorsque ce sel se précipite à l'état anhydre, au fur et à mesure que la température s'élève davantage au-dessus du maximum de solubilité.

» L'exposé sommaire dans lequel nous venons d'entrer suffit pour donner une idée de la nature des recherches que nous avons entreprises et que nous nous proposons de continuer à l'aide de notre appareil. Exposons maintenant quelques expériences sur le sulfate de sodium dans une direction qui nous paraît nouvelle.

» Nous avons commencé par préparer une solution de sulfate de sodium, saturée à 31 degrés environ; cette solution a été introduite dans notre appareil et abandonnée au refroidissement à l'air dans une pièce à température sensiblement constante (20 degrés environ). Nous avons observé, à l'aide du cathétomètre, la marche du mercure dans le thermomètre et celle de l'eau dans le tube gradué.

» Nous avons opéré dans des conditions telles, que le sulfate de sodium pouvait, soit cristalliser pendant le refroidissement, soit rester en dissolution dans la liqueur alors sursaturée. Pour déterminer, dans ce dernier cas, la cristallisation en masse, on introduit dans le tube gradué un très-petit cristal de sulfate de sodium, dont on peut suivre la descente à travers l'eau pure. Dès que ce cristal pénètre dans la solution sursaturée, la cristallisation commençait; en même temps, la température accusée par le thermomètre s'élève rapidement. Il en est de même pour le niveau du liquide dans le tube divisé (1).

» Nous avons enfin expérimenté comparativement sur de l'eau distillée avec le même appareil employé dans les mêmes conditions de température initiale et finale.

» Pour interpréter les résultats de cette expérience, il nous a fallu déterminer un certain nombre de données complémentaires, savoir :

» 1° Composition du liquide avant l'expérience, ainsi que sa densité prise à la température initiale; d'où nous avons déduit que le vase d'une

(1) En effet, le liquide qui, de 29°,85 à 21°,40, était descendu de 394mm,5, est alors remonté de 619 millimètres, lorsque la température est revenue à 29°,85.

capacité de $1^{lit},385$ renfermait 548 grammes de sel anhydre et $1^{kg},252$ d'eau, c'est-à-dire $1^{kg},800$ de solution sodique, et que la contraction résultant de la dissolution des 548 grammes dans l'eau était représentée par 76 centimètres cubes.

» 2° Analyse du liquide après l'expérience, qui donne la quantité d'eau contenue soit dans les cristaux formés pendant l'expérience, soit dans la liqueur qui baigne ces cristaux (1).

» Si les 548 grammes de sel contenus dans le liquide s'étaient dissous dans une quantité d'eau suffisante pour former une solution normale, ils auraient exercé sur cette eau, comme nous l'avons établi précédemment, une coercition de 129 centimètres cubes, à raison de $16^{cc},7$ par équivalent. Dans notre solution initiale, la coercition exercée sur l'eau est de 76 centimètres cubes seulement; elle est donc beaucoup moindre; d'où il résulte que l'augmentation de volume du liquide, provenant de la cristallisation du sel, est moindre que ne l'indiquerait la théorie, en partant des solutions normales, et qu'elle est d'autant moindre, que le sel, qui n'a pas pu cristalliser, tend à compléter son action sur l'eau pour se rapprocher des conditions où il se trouverait dans la solution normale (2). Aussi l'augmentation de volume du liquide accusée par le tube gradué, par suite de la cristallisation, était-elle bien inférieure à l'augmentation prévue en partant des données de coercition pour une solution normale.

» Nous avons encore constaté que la rapidité du refroidissement, de 42 degrés à 35 degrés, a été à peu près la même pour l'eau et pour les solutions de sulfate de sodium ne pouvant pas cristalliser, et que la contraction de la solution sodique a été notablement plus forte que la contraction de l'eau pure pour ce même abaissement de température; mais, en partant de

---

(1) Si l'on désigne par x et y les proportions d'eau et de sel dans la masse cristallisée, et par x' et y' les proportions d'eau et de sel dans le liquide qui surnage, on a, d'après ce qui précède :

$$x + x' = 1252.$$
$$y + y' = 548.$$

On connaît, d'ailleurs, les rapports $\frac{y}{x}$ et $\frac{y'}{x'}$; le premier est égal à 0,7889, d'après la composition bien connue du sulfate de sodium à 10 équivalents d'eau. Le second, 0,2250, résulte de l'analyse du liquide à la fin de l'expérience. On a ainsi, entre les quantités x, x', y, y', quatre relations qui permettent de déterminer ces inconnues.

(2) C'est ce qui résulte de l'interprétation de la densité de ce liquide prise à 22°,65.

31 degrés pour arriver à 29 degrés, sans cristallisation, le refroidissement de la liqueur sodique a été beaucoup plus rapide que pour l'eau pure, tandis que la contraction de cette solution a été moindre que celle de l'eau. Ce résultat semble accuser des variations, dans l'action coercitive du sel sur l'eau avec la température. Outre ces variations, qui dépendent de l'action coercitive du sel, nous aurons peut-être à tenir compte de légères variations dans la marche du refroidissement, dues à une différence dans les chaleurs spécifiques.

» Nous venons d'exposer ce qui se produit lorsque le sulfate de sodium ne cristallise pas, soit parce qu'il est en quantité insuffisante, soit par suite d'un effet de sursaturation. Voyons maintenant ce qui arrive lorsque le sel cristallise.

» Nous avons dit précédemment que, lorsque la solution a acquis une température aussi basse que le permet l'air ambiant, il suffisait du contact d'un très-petit cristal de sulfate de sodium pour déterminer la cristallisation de la totalité du sulfate de sodium qui sursaturait, et nous avons ajouté que, dans l'opération décrite, la température s'était élevée très-rapidement de 21°,40 à 29°,85. A partir de ce moment, le retour de la liqueur à la température de 21°,40 s'est effectué avec beaucoup plus de lenteur que pendant la période de sursaturation croissante, ce qui dépend évidemment de la présence des cristaux, mauvais conducteurs de la chaleur, lesquels, par leur interposition au sein du liquide, gênent le mouvement des molécules et surtout de la formation successivement croissante des cristaux de sulfate de sodium.

» Nous avons dit que, lorsque la solution du sulfate de sodium, sursaturée à 21°,40, a cristallisé, la température s'est élevée jusqu'à 29°,85, tandis que le liquide est remonté rapidement dans le tube gradué. Mais, lorsque le liquide s'est refroidi de nouveau jusqu'à la température initiale de 21°,40, et a permis à la cristallisation de se compléter, le niveau définitif au-dessus du niveau initial correspondait à une augmentation de volume assez considérable. Il en résulte que, dans les mêmes conditions de température, la solution sursaturée et la solution qui a déposé des cristaux, sont dans des conditions très-différentes au point de vue de la coercition. Nous ajouterons que les changements survenus, en partant de la liqueur sursaturée, nous semblent présenter une analogie frappante et pleine d'intérêt avec la détente des *corps explosifs*. En effet, le travail qui est emmagasiné à l'état potentiel dans un corps explosif, par suite de la dissociation probable et

même nécessaire de l'un des éléments constitutifs (1), est également emmagasiné dans la solution sursaturée, par suite de la dissociation des éléments salins, dissociation que l'ensemble de nos recherches nous fait considérer comme très-probable. Dans les deux cas, la détente se fait également avec dégagement de chaleur et augmentation de volume. Enfin, pour compléter l'analogie, ne peut-on pas comparer le rôle du petit cristal qui, dans une solution sursaturée, produit la cristallisation brusque, et par conséquent la détente de la solution, au rôle de l'amorce dont la déflagration, d'après les expériences de M. Abel, excite des vibrations provoquant dans le corps explosif des vibrations synchrones, capables de modifier complétement son premier état d'équilibre?

» En envisageant ainsi le phénomème de *désursaturation*, l'efflorescence des cristaux de sulfate de soude ainsi produits pourrait aussi être considérée comme une véritable détente des cristaux. »

ASTRONOMIE. — *Sur les photographies de la Lune de M. Lewis Rutherfurd; par* M. Faye.

M. Faye, en présentant à l'Académie ces photographies, au nom de M. Rutherfurd, donne les détails suivants :

« Ces admirables spécimens des progrès que la Photographie astronomique a faits aux États-Unis ont été obtenus au moyen d'une lunette de 13 pouces anglais d'ouverture, achromatisée spécialement pour les rayons chimiques. Le négatif, de 4 pouces environ de diamètre, a fourni d'abord une épreuve positive d'égale grandeur; c'est ce positif qui a été ensuite soumis à un appareil d'agrandissement dans la lumière solaire convergente fournie par un objectif puissant. L'exposition des clichés originaux a varié d'un quart de seconde dans la pleine Lune à deux secondes pour le premier ou le dernier quartier. La lunette photographique était mue pendant le temps de l'exposition par un mouvement d'horlogerie d'une grande précision.

» Il suffit d'un coup d'œil sur ces magnifiques épreuves pour faire apprécier les services qu'elles pourraient rendre à l'étude de la Géologie lunaire. Les grandes lignes lumineuses, sortes de cassures dessinant des arcs de grand cercle, se croisent suivant des angles qu'il est possible de mesurer avec une certaine exactitude. A l'aide d'un canevas orthographique cal-

(1) L'oxygène, par exemple, dans le protoxyde d'azote.

culé d'avance pour la phase correspondante de la libration, dessiné sur une feuille transparente et appliqué sur ces belles mappemondes, on obtiendrait les éléments géométriques de ces arcs de grand cercle rapportés à l'équateur lunaire. Les cirques, les cratères et jusqu'aux moindres fosses circulaires que la surface de la Lune nous présente en si grand nombre y sont représentés à grande échelle, avec une fidélité saisissante qu'aucune carte topographique ne saurait reproduire. On pourra y étudier pas à pas les variétés nombreuses de ces types divers, si semblables de prime abord à nos volcans éteints et si différents toutefois, à certains égards, de leurs analogues terrestres. Ici la photographie donne les hauteurs (dans la région des ombres portées) aussi bien que les dimensions linéaires dans le sens horizontal.

» Une des formations lunaires que la photographie représente le mieux, ce sont les mers dont le peu d'éclat ou plutôt la teinte sombre ressort avec énergie du milieu éclatant des contrées montagneuses. On est frappé à leur aspect, tout aussi vivement qu'à l'inspection directe de la Lune, de l'idée qu'on a sous les yeux le produit de vastes épanchements d'une matière fluide, qui serait venue effacer les accidents antérieurs de la surface, en laissant subsister çà et là sur les bords quelques vestiges des cirques primitifs.

» Ces belles photographies ne dispensent naturellement ni du secours d'une carte bien faite, comme celle que nous devons à MM. Beer et Mädler, ni de l'étude directe de la Lune elle-même au moyen de télescopes plus ou moins puissants; mais, en fixant une image parfaite et complète de notre satellite sur la table de travail, elles permettent des recherches suivies, à tête reposée, qui ne peuvent être utilement faites désormais par de simples astronomes. M. Elie de Beaumont a montré, il y a longtemps, quel parti les géologues pourraient tirer de l'étude de la surface lunaire dont les accidents n'ont jamais été dénaturés par l'action destructive des eaux ni par l'action plus lente d'une atmosphère quelconque.

» Quelques-uns de nos confrères m'ayant demandé des détails sur les procédés de M. Rutherfurd, je vais tâcher de les satisfaire.

» L'observatoire de M. Rutherfurd, à New-York, se compose d'un équatorial de grande dimension, muni d'un excellent mouvement d'horlogerie, et d'un cercle méridien placé dans une salle à part.

» Les premiers essais photographiques de M. Rutherfurd remontent à 1858. L'objectif avait alors 11 pouces $\frac{1}{4}$ d'ouverture. Il avait été corrigé par M. Rutherfurd lui-même, au moyen de la méthode des retouches locales

de M. Fitz, employée depuis longtemps par cet habile opticien. Néanmoins les images photographiques ne furent pas satisfaisantes. Il fallait réduire l'ouverture à 5 pouces pour la pleine Lune ; jamais on ne put obtenir l'image d'une étoile à partir de la 6e grandeur, et, en fait d'étoiles doubles, séparer γ de la Vierge (3″) était tout ce que l'instrument pouvait donner. M. Rutherfurd se décida, après bien des tentatives variées, à corriger son objectif pour les rayons chimiques seulement, en sacrifiant l'achromatisme visuel, au lieu de chercher, comme on l'a fait en Angleterre pour les photohéliographes destinés à Kew et au gouvernement russe, à réunir à la fois les qualités optiques et les qualités chimiques. Le savant américain a trouvé qu'il lui fallait modifier les courbures du flint de son objectif de manière à raccourcir d'un dixième la longueur focale primitive. Dans cet état, l'objectif ne valait plus rien pour les observations faites à l'œil. Il lui restait à le corriger de l'aberration de sphéricité. Les premières corrections de ce genre ont été obtenues néanmoins avec l'œil, sur α de la Lyre et sur Sirius, en interposant, dans une boîte de verre, une épaisseur suffisante d'un liquide bleu (cuprosulfate d'ammoniaque). Mais les corrections finales, dirigées comme les précédentes par la méthode des retouches locales, n'ont pu être obtenues que par des tâtonnements photographiques.

» Alors l'objectif, toujours de 11 pouces d'ouverture et d'une longueur focale un peu diminuée, se montra capable de photographier les étoiles elles-mêmes jusqu'à la 9e grandeur, en moins de 3 minutes. En une demi-seconde, l'étoile double de Castor donnait une impression parfaitement visible, tandis qu'il en fallait dix pour l'objectif non corrigé. L'amas d'étoiles nommé *Præsepe* fut photographié complétement, y compris les plus petites. On sait d'ailleurs que ces négatifs stellaires permettent d'obtenir des mesures bien plus précises que les procédés ordinaires de l'Astronomie. Quant à la Lune, les résultats dépassèrent l'attente de l'auteur lui-même. Cet objectif a été cédé à l'Observatoire de la République Argentine, dirigé par M. Gould.

» Plus tard, M. Rutherfurd a entrepris de corriger un autre objectif plus puissant, de 13 pouces de diamètre, par une nouvelle méthode qui n'exigeât pas le sacrifice de ses qualités ordinaires. Il imagina, pour cela, de joindre à l'objectif achromatique une troisième lentille de densité et de courbures capables de donner à l'ensemble l'achromatisme chimique. Ce résultat a été obtenu à l'aide d'un spectroscope particulier. En faisant tomber l'image d'une étoile sur une des faces d'un prisme convenablement placé, on obtiendrait un spectre linéaire si l'objectif pouvait être achro-

matisé pour tous les rayons. Ce spectre s'élargit au contraire en forme de pinceau pour les couleurs qui font exception. Un simple coup d'œil sur le spectre d'une étoile montre donc quels sont les rayons qu'il faut réunir en une bande étroite pour obtenir l'achromatisme actinique, et dirige ainsi les corrections qu'il convient d'apporter successivement aux surfaces de la lentille additionnelle.

» Les épreuves de la Lune, soumises aujourd'hui à l'Académie, ont été obtenues à l'aide de cet objectif de 13 pouces, corrigé par l'addition de la troisième lentille. Pour rendre à cette grande lunette ses qualités visuelles ordinaires, il suffit de débarrasser son objectif de la lentille de correction.

» Ajoutons enfin que la mise au point qui doit s'opérer, dans le cas des applications photographiques, sans l'aide de l'œil, avec un soin extrême, s'obtient au moyen de vis micrométriques fixées sur la monture de l'objectif, de thermomètres fixés au tube de la lunette pour en donner la température et par suite la dilatation, et d'une table numérique indiquant la position de l'objectif à chaque degré de température. »

« M. Bertrand présente, de la part de M. Gauthier-Villars, un exemplaire de la « Onzième édition des *Éléments de Statique* de Poinsot, précédée d'une Notice sur Louis Poinsot par M. J. Bertrand ».

» Il fait remarquer que, si l'habile éditeur a supprimé les Mémoires placés par Poinsot à la suite des éditions précédentes, c'est avec l'intention de les réunir, prochainement, aux autres écrits de notre illustre et regretté confrère dans un volume que les géomètres accueilleront sans doute avec un vif intérêt. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. le Dr Dufossé, *intitulé : « Sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons des eaux douces et des mers de l'Europe (1). »*

(Commissaires : MM. Coste, Cl. Bernard, de Quatrefages; Ch. Robin rapporteur.)

« Le Mémoire que vous avez soumis à notre examen est un travail con-

(1) Le manuscrit de ce Mémoire a été déposé sous pli cacheté à l'Académie le 12 juillet 1864, et ouvert en séance le 3 juin 1872.

sidérable, une véritable monographie; elle a coûté à son auteur de nombreuses recherches. Ce sujet a été, de sa part, l'objet d'observations fort diverses, dont le résumé a été, à plusieurs reprises, inséré dans les *Comptes rendus* de nos séances.

» La première partie du travail de M. le Dr Dufossé se compose d'un historique très-étendu, résumant tout ce qu'ont dit les naturalistes et les physiologistes sur les bruits que produisent certains poissons. Cet historique commence à Aristote, dont les remarques sur cette question méritent d'être rappelées.

« Les poissons, dit-il, n'ayant ni poumon, ni trachée, ni pharynx n'ont point de voix. Ceux que l'on dit en avoir ne forment autre chose que certains sons et des sifflements. Telle est l'espèce de grognement de la *Lyre*, du *Chromis* et du poisson appelé *Sanglier*, que l'on trouve dans l'Acheloüs. On peut citer encore le *Chalcis* et le *Coucou* : le premier fait une espèce de sifflement; le second donne un son approchant de celui que produit l'oiseau dont il a reçu le nom, en raison de cette ressemblance. Tous ces poissons produisent ce que l'on appelle *leur voix*, les uns par le frottement de leurs branchies qu'ils ont garnies de pointes, les autres par le moyen de certaines parties intérieures voisines de l'intestin, et qui contiennent de l'air. C'est cet air dont l'agitation et le frottement produisent un son. Quelques Sélaciens semblent également siffler. Tout ceci, néanmoins, ne s'appelle *voix* qu'improprement; il faut dire que c'est un son. (ARISTOTE. *Histoire des Animaux*, livre IV; traduction de Camus; Paris, 1783; in-4°, t. I, p. 221.) ».

» Les sons émis par les poissons peuvent être des *bruits irréguliers* très-variés : tels sont ceux que les Cyprins, les Loches, les Dactyloptères, les Hippocampes et autres produisent avec leurs lèvres, leurs opercules, ou en mouvant certaines articulations.

» Il est d'autres bruits qui sont *réguliers;* divers Scombéroïdes les produisent par frottement des os pharyngiens; les *Môles* (*Orthagoriscus*) les déterminent par frottement de leurs dents intermaxillaires; divers *Cyprinoïdes*, *Anguilliformes*, *Siluroïdes*, etc., les causent en expulsant dans l'œsophage l'air de leur vessie natatoire.

» Il est enfin des bruits qui, *réguliers* et *volontaires* comme les précédents, résultent de certaines particularités offertes par des muscles en voie de contraction sur des poissons pourvus d'une vessie aérienne sans communication avec l'œsophage. Ils ont été observés sur les *Malarmat* (*Peristedion cataphracta*), *Trigla*, *Sciæna*, *Zeus*, *Umbrina cirrhosa* et *Hippocampus brevirostris*.

» Le mécanisme de la production des deux premières variétés de ces bruits était au fond déjà connu; mais M. Dufossé, en l'examinant de nouveau et

par ses dissections, a donné plus de précision à plusieurs des notions anatomiques et physiologiques qui le concernent.

» Cette partie de ses recherches, déjà ancienne, a du reste été l'objet d'un rapport favorable de notre regretté confrère Constant Duméril (*Comptes rendus*, 1858, t. XLVI, p. 610).

» Aussi nous ne voulons insister que sur les Communications ultérieures de l'auteur, faites à partir de 1858 à 1862 particulièrement (*Comptes rendus*, 1862, t. LXIV, p. 393), qui nous semblent avoir plus d'importance encore que les premières.

» Il s'est appliqué à faire voir que les *sons réguliers* qu'engendrent les poissons peuvent être produits volontairement et ne sont pas une simple conséquence de quelque autre acte physiologique. Ils sont par conséquent, dans tel et tel cas déterminé, de véritables actes d'expression, quelque rudimentaires qu'elle soit.

» M. Dufossé a montré que dans les poissons qui produisent volontairement des sons réguliers, ces derniers sont commensurables comme les sons musicaux; bien qu'ils soient encore plus imparfaits que ceux que rendent les serpents, ce que Lacépède avait déjà remarqué, il en a déterminé le timbre sur toutes les espèces qu'il a observées. Il a montré de plus, par des expériences concluantes, que tous les poissons qui émettent dans l'atmosphère des bruits ou des sons expressifs réguliers, les font entendre aussi dans l'eau, c'est-à-dire dans le milieu où ils vivent et entrent naturellement en relation les uns avec les autres.

» Pour plusieurs espèces, l'intensité des sons est assez grande pour que, produits par un seul individu, ils soient entendus à une distance de plusieurs mètres; il en est ainsi pour certains *Trigles*, *Zeus* et surtout le *Tambour* ou *Pogonias chromis*, etc.

» Émis par des animaux réunis en troupes, ils peuvent être transmis plus loin encore; ils ont plus d'une fois, dans ces conditions, effrayé des équipages qui ne savaient à quelle cause attribuer les bruits engendrés autour et au-dessous des navires. Ils ont été la source de plus d'une fable répandue dans les populations maritimes.

» M. Dufossé a constaté ces bruits lui-même en allant maintes fois, et non toujours sans danger, passer des nuits en pleine mer sur des barques de pêcheurs.

» Sur les poissons à vessie aérienne sans communication avec l'œsophage, M. Dufossé a expérimentalement constaté que la paroi de ce réservoir était animée de mouvements forts et fréquents pendant la durée de la production

des sons. Il a bien étudié les nerfs et les muscles qui agissent alors. Ses vivisections, aidées du toucher et de l'auscultation, lui ont prouvé péremptoirement *que les muscles intrinsèques sont les agents producteurs des vibrations d'où proviennent les sons formés* (*loc. cit.*, 1862, p. 394).

» Depuis lors, un physiologiste distingué, M. Armand Moreau, en soumettant les nerfs qui se rendent à la vessie natatoire des *Trigles* à l'action d'un courant électrique, a constaté, d'autre part, que les muscles à fibres striées de celle-ci se contractent et déterminent la reproduction des sons caractéristiques, et cela sur l'animal tué par section de la moelle. (A. Moreau, *Comptes rendus*, 1864, t. LIX, p. 437.)

» Ce mode de formation des sons par contraction des muscles de la vessie natatoire de divers poissons n'était pas connu avant les études de M. Dufossé. La science doit lui être reconnaissante de cette découverte et du soin qu'il a mis à observer les diversités de ce phénomène d'une espèce à l'autre des poissons qui le présentent.

» Nous terminerons ce Rapport en signalant à l'attention de l'Académie un autre point de ce travail, et cela parce qu'il deviendra certainement l'objet d'expériences nouvelles faites à l'aide des instruments enregistreurs et autres qui servent aujourd'hui à déterminer la nature réelle d'un grand nombre de phénomènes d'ordre organique.

» Suivant M. Dufossé, ce ne sont pas les mouvements facilement visibles de la vessie natatoire qui sont la cause du son entendu pendant leur durée. Bien plus grandes que les trépidations concomitantes qui causent les vibrations sonores, ces contractions ne font que tendre ou relâcher telle ou telle partie du réservoir aérien; quant à celui-ci, son usage, sous ce rapport, est de faire office de table d'harmonie, d'organe de renforcement des sons produits, qui sont compris entre le si_2 et le $ré_5$.

» On sait que les muscles à fibres striées en contraction donnent lieu à un bruit particulier que l'on nomme *bruit musculaire*, *bruit rotatoire*, *de grésillement* ou *myophonie*, bien étudié par Wollaston, Erman, Gilbert, Laennec et beaucoup de modernes.

» D'après M. Marey, ce son musculaire correspond tantôt à l'*ut*, tantôt au *si* de l'octave inférieur du piano. Or, suivant M. Dufossé, le bruit produit par les poissons dont nous parlons est ce son musculaire même, causé par la contraction des muscles volontaires de la vessie aérienne, et celle-ci joue, à son égard, le rôle d'organe de renforcement, d'une manière assez prononcée pour qu'il puisse parvenir à notre oreille.

» L'Académie voit que si l'exactitude de cette ingénieuse analyse du mé-

canisme de la production des sons produits par la vessie natatoire vient à être confirmée expérimentalement, la propriété acoustique de la contraction musculaire s'élèvera à la hauteur d'un phénomène producteur de sons, non-seulement commensurables, mais encore expressifs.

» En l'absence d'expériences faites par elle, votre Commission ne peut encore se prononcer formellement sur ce point. Mais elle reconnaît que, par le sagace et laborieux emploi de ses connaissances en Anatomie et en Physiologie comparatives, M. Dufossé a découvert des faits nouveaux qui ont éclairé plusieurs questions d'ichthyologie encore obscures.

» La Commission propose en conséquence à l'Académie de le remercier de ses savantes communications. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Théorie élémentaire des intégrales d'ordre quelconque et de leurs périodes.* Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Hermite, O. Bonnet, Puiseux.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, en 1858, une théorie des intégrales d'ordre quelconque et de leurs périodes, qui a paru en 1859 dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*. Mais je crois que peu de personnes en ont pris connaissance ; la matière était trop difficile.

» La méthode que j'ai appliquée aux intégrales simples et doubles, dans les Mémoires précédents, permettra heureusement de réduire la théorie des intégrales d'ordre quelconque au même degré de simplicité : l'identité des propositions, présentées dans le même ordre et démontrées par les mêmes moyens, sera, au reste, telle que je pourrai réduire beaucoup les explications.

» *Définition et évaluation d'une intégrale d'ordre n prise entre limites imaginaires.* — Soient $x, y, z, u, t,\ldots$ n variables et F une fonction de ces variables, définie par une équation $f(x, y, z,\ldots \mathrm{F}) = 0$: $x, y, z,\ldots$ étant supposés imaginaires seront représentés, dans un état quelconque, par

$$\alpha + \beta\sqrt{-1},\quad \alpha_1 + \beta_1\sqrt{-1},\quad \alpha_2 + \beta_2\sqrt{-1},\ldots$$

et F le sera par

$$\alpha_n + \beta_n\sqrt{-1}.$$

Pour que l'intégrale $\Sigma_n \mathrm{F}\, dx\, dy\, dz\ldots$ soit définie, il faudra introduire entre $\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_{n-1}, \beta_{n-1}$ n relations, qui, jointes aux deux dans lesquelles se décompose

$$f(\alpha + \beta\sqrt{-1},\ \alpha_1 + \beta_1\sqrt{-1}, \ldots,\ \alpha_n + \beta_n\sqrt{-1}) = 0,$$

réduiront le nombre des variables indépendantes à n, et feront de F une fonction déterminée de $\alpha, \alpha_1, \ldots, \alpha_{n-1}$, par exemple.

» On pourrait, pour donner une forme analytique à l'intégrale, recourir à la formule qu'a donnée Jacobi, pour effectuer la transformation des variables indépendantes. Mais l'intégrale transformée n'aurait plus avec l'ancienne, au point de vue de la forme, que des rapports à peu près insaisissables. On évitera ces difficultés et l'on parviendra en même temps à une méthode pratique d'évaluation de l'intégrale par les considérations suivantes :

» L'intégrale a pour expression

$$\mathrm{I} = \Sigma(\alpha_n + \beta_n\sqrt{-1})(d\alpha + d\beta\sqrt{-1})(d\alpha_1 + d\beta_1\sqrt{-1})\ldots(d\alpha_{n-1} + d\beta_{n-1}\sqrt{-1});$$

si l'on conçoit que le produit

$$(d\alpha + d\beta\sqrt{-1})(d\alpha_1 + d\beta_1\sqrt{-1})\ldots(d\alpha_{n-1} + d\beta_{n-1}\sqrt{-1})$$

soit effectué, il pourra être décomposé en quatre parties, comprenant respectivement les termes où entreraient $4k$, $4k+1$, $4k+2$ et $4k+3$ facteurs imaginaires. En désignant ces parties par

$$\mathrm{P}_0,\quad \sqrt{-1}\,\mathrm{P}_1,\quad -\mathrm{P}_2 \quad\text{et}\quad -\sqrt{-1}\,\mathrm{P}_3,$$

on fera prendre à l'intégrale la forme

$$\mathrm{I} = \Sigma(\alpha_n + \beta_n\sqrt{-1})(\mathrm{P}_0 + \sqrt{-1}\,\mathrm{P}_1 - \mathrm{P}_2 - \sqrt{-1}\,\mathrm{P}_3).$$

Cela posé, si l'on conçoit que, entre les deux équations dans lesquelles se décomposera $f = 0$, les n relations introduites, que nous désignerons par

$$\varphi = 0,\quad \varphi_1 = 0, \ldots,\quad \varphi_{n-1} = 0,$$

et les $n+1$ équations

$$x_1 = \alpha + \beta,\quad y_1 = \alpha_1 + \beta_1,\quad z_1 = \alpha_2 + \beta_2, \ldots,\quad \mathrm{F}_1 = \alpha_n + \beta_n,$$

ou les $n+1$ équations

$$x'_1 = \alpha - \beta,\quad y'_1 = \alpha_1 - \beta_1,\quad z'_1 = \alpha_2 - \beta_2, \ldots,\quad \mathrm{F}'_1 = \alpha_n - \beta_n,$$

on élimine $\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_n, \beta_n$, on obtiendra successivement deux rela-

tions, l'une entre F_1 et $x_1, y_1, z_1, \ldots$, l'autre entre F'_1 et x'_1, y'_1, z'_1 ; de sorte que l'on pourra concevoir les deux intégrales

$$U = \Sigma F_1\, dx_1\, dy_1\, dz_1,$$
$$U' = \Sigma F'_1\, dx'_1\, dy'_1\, dz'_1.$$

Ces intégrales auront pour expressions

$$U = \Sigma(\alpha_n + \beta_n)(P_0 + P_1 + P_2 + P_3),$$
$$U' = \Sigma(\alpha_n - \beta_n)(P_0 + P_1 + P_2 + P_3),$$

et l'on pourra donner à I la forme

$$I = 2\Sigma\alpha_n P_0 + 2\Sigma\beta_n P_3 - \frac{U + U'}{2} + \left(2\Sigma\alpha_n P_3 + 2\Sigma\beta_n P_2 + \frac{U - U'}{2}\right)\sqrt{-1};$$

mais si l'on pose

$$U_1 = \Sigma\alpha_n P_0 + \Sigma\beta_n P_3, \quad U'_1 = \Sigma\alpha_n P_3 + \Sigma\beta_n P_2,$$

on aura en définitive

$$I = -\frac{U + U'}{2} + 2U_1 + \sqrt{-1}\left(\frac{U - U'}{2} + 2U'_1\right).$$

Chacune des intégrales composant U_1 et U'_1 pourrait s'exprimer par une intégrale d'ordre n d'une fonction réelle de n variables réelles, définie par une équation qu'on obtiendrait par des éliminations suffisamment indiquées par ce qui précède. Mais on se débarrassera aisément de ces intégrales.

» Si l'équation $f = 0$ a tous ses coefficients réels, elle admettra les solutions $x = \alpha - \beta\sqrt{-1}$, $y = \alpha_1 - \beta_1\sqrt{-1}$, $F = \alpha_n - \beta_n\sqrt{-1}$, conjuguées des précédents, et l'on pourra considérer l'intégrale I' correspondant à cet ensemble de solutions. Cette nouvelle intégrale sera évidemment exprimée par

$$I' = -\frac{U + U'}{2} + 2U_1 - \sqrt{-1}\left(\frac{U - U'}{2} - 2U'_1\right).$$

» Quant aux limites de l'une ou de l'autre intégrale, en supposant que $\alpha, \alpha_1, \ldots, \alpha_{n-1}$ soient les variables qu'on regarde comme indépendantes, on les fixera en établissant entre ces variables $n - 1$ relations nouvelles, qui doivent être satisfaites aux limites seulement.

» *Théorème de l'indépendance de l'intégrale d'ordre n et des valeurs intermédiaires des variables, les limites restant les mêmes.* — On démontrera exactement, comme dans les deux cas précédents, que si les n relations $\varphi = 0$,

$\varphi_1 = 0, \ldots, \varphi_{n-1} = 0$ se déforment insensiblement sans cesser d'admettre, pour les n variables indépendantes, les mêmes systèmes de valeurs aux limites, l'intégrale ne variera généralement pas. On obtiendra d'ailleurs de la même manière les expressions des conditions dans lesquelles elle pourrait changer.

» Il suffira pour cela de remarquer que chaque élément de l'intégrale $\Sigma(\alpha_n + \beta_n\sqrt{-1})(d\alpha + d\beta\sqrt{-1})(d\alpha_1 + d\beta_1\sqrt{-1})$ pourra être formé de la somme de tous les éléments analogues que l'on obtiendrait en ne faisant varier à la fois que l'une seulement des parties de chacune des variables $x, y, z, \ldots$, pourvu qu'on tînt compte de toutes les combinaisons possibles, effectuées d'ailleurs dans l'ordre que l'on voudrait.

» Il résultera de là qu'on pourra faire varier à volonté les lois de progression de $x, y, z, \ldots$, pourvu toutefois qu'aucun système nouvellement introduit de valeurs de $\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_{n-1}, \beta_{n-1}$ ne satisfasse à aucune des équations

$$F = \infty, \quad \frac{dF}{dx} = \infty, \quad \frac{dF}{dy} = \infty, \ldots,$$

c'est-à-dire ne satisfasse ni à l'équation $F = \infty$, ni à l'équation $\frac{df}{dF} = 0$.

» On rendrait compte, comme dans les deux cas précédents, de l'annulation de l'intégrale et de chacune de ses parties, dans tous les cas où les variables indépendantes ne varieraient que dans des limites trop restreintes.

» En effet les $2n + 2$ variables

$$\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_{n-1}, \beta_{n-1}, \alpha_n, \beta_n,$$

étant liées entre elles par $n + 2$ équations, chacune des quantités α_n et β_n pourra être considérée comme une fonction de n de celles qu'on voudrait des $2n$ premières et notamment des n dont les différentielles entreraient dans la partie de l'intégrale totale qu'on voudrait considérer, de sorte que cette partie de l'intégrale totale ne serait en définitive que l'intégrale d'une fonction réelle de n variables réelles. Or, si cette fonction ne pouvait pas prendre de valeurs multiples, ses valeurs ne pourraient pas se permuter entre elles, de sorte que le système de valeurs des variables et de la fonction étant supposé fermé et la fonction repassant, au retour, par les mêmes valeurs qu'elle avait prises dans l'aller, la somme des éléments engendrés serait identiquement nulle. »

PHYSIQUE. — *Additions à la Note précédente sur les anneaux colorés du gypse, et correction d'une partie de cette Note; par* M. E. JANNETTAZ. (Présenté par M. Becquerel.)

(Renvoi à la section de Physique, à laquelle M. Delafosse est prié de s'adjoindre.)

« Le fait, qui me paraît incontestable, reste toujours le même : lorsque, par une pression normale, je détache l'un de l'autre deux feuillets superposés d'une lame de gypse parallèle au clivage parfait, le feuillet supérieur s'infléchit en prenant la forme d'une calotte ellipsoïdale; à ce moment, l'air pénètre par le trou dont je cherche à percer cette lame, dans l'espace qui lui est accessible; des anneaux colorés elliptiques s'y manifestent, et les grands axes de ces anneaux sont inclinés sur le clivage fibreux de 17 degrés. Dans ces ellipses, le rapport du grand axe au petit est un peu variable : il est de 1,25 en moyenne; mais l'écart varie de 1,22 à 1,29. J'ai trouvé pour l'ellipse des conductibilités du gypse, sur ce même plan, celui du clivage parfait, le rapport des axes égal à 1,247. Ce nombre est la moyenne de quatorze mesures, dont les valeurs extrêmes sont 1,23 et 1,28. Le grand axe des anneaux colorés est parallèle à celui des conductibilités pour la chaleur, obtenu à l'aide d'une source calorifique dont la température est inférieure à 100 degrés.

» J'en puis montrer comme témoin une lame de gypse, où l'on voit bien parallèles l'un à l'autre les axes correspondants d'une ellipse des conductibilités thermiques, et ceux d'une ellipse, visible par réflexion, et formée par l'air interposé entre deux feuillets de cette lame. Puisque la forme de la région occupée par l'air s'est maintenue la même depuis longtemps, il est évident qu'elle est en rapport avec une position d'équilibre.

» Mes dernières mesures ne modifient pas mes premiers résultats.

» Il n'en est pas de même de l'interprétation que j'en ai donnée au premier abord, mais qui ne me satisfait plus. Lorsque j'ai obtenu ces anneaux elliptiques, c'est bien en faisant tourner une aiguille pour percer un trou dans une plaque de gypse que j'ai occasionné leur apparition; mais ce n'est pas l'une après l'autre que j'infléchis les différentes directions d'un même feuillet de la plaque; les anneaux se développent simultanément, lorsque j'enfonce un peu violemment l'aiguille, et que les files de molécules, situées autour du point comprimé, se trouvent abaissées par le même effort. L'hypothèse la plus simple que l'on puisse faire, c'est que les cohésions paral-

lèles, ou mieux tangentielles aux clivages, sont plus grandes que les cohésions normales (1). La conséquence en est que, si l'on produit un anneau coloré elliptique ayant son grand axe parallèle à un clivage, ce grand axe indique la direction d'une cohésion tangentielle maxima. Car il faut parcourir sur cet axe un chemin plus grand que sur le petit pour observer la même teinte, c'est-à-dire pour parvenir au même écart des deux feuillets qui en est la cause. Donc le grand axe de l'ellipse, qui me paraît constamment incliné à 17 degrés sur le clivage fibreux, est parallèle à la résultante des deux cohésions maxima, parallèles elles-mêmes aux deux clivages, l'un fibreux, l'autre vitreux. Telle est la correction que j'apporte à la Note précédente.

» Je ne reviens pas aujourd'hui sur la coïncidence que j'ai souvent constatée entre la direction de la valeur maxima des conductibilités thermiques et celle du clivage le plus net, ou la résultante de plusieurs clivages; j'aurai l'honneur de soumettre prochainement à l'examen de l'Académie un assez long travail sur cette question. J'y ajouterai, je l'espère, quelques preuves nouvelles de ces relations nécessaires entre des phénomènes subordonnés à la structure cristalline des corps, lorsque j'aurai terminé l'étude d'anneaux colorés, analogues à ceux du gypse, que je viens de remarquer dans d'autres substances, telles que la barytine. »

ÉLECTRICITÉ. — *Effets de la foudre sur les arbres*. Mémoire de **M. D. Colladon**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

« L'auteur a profité de plusieurs circonstances favorables pour observer très-attentivement un grand nombre d'arbres foudroyés; ses études l'ont conduit à quelques conclusions générales et à la découverte de faits nouveaux intéressants.

» Il a reconnu que chaque espèce d'arbre présente des lésions ayant des caractères spéciaux, faciles à distinguer de ceux des autres arbres.

» Pour quelques espèces, par exemple pour les peupliers, les parties les plus élevées et les plus jeunes ne sont nullement altérées par de violents coups de foudre, les lésions se manifestent habituellement sur la partie in-

---

(1) Bravais a établi nettement cette distinction importante entre les cohésions tangentielles et les cohésions normales aux clivages. (*Journal de l'École Polytechnique*, 1851, 34e cahier, p. 167.)

férieure du tronc, dont le bois, moins bon conducteur de l'électricité, subit seul des altérations par le passage du courant. C'est là seulement qu'on voit des plaies dénudées d'aubier et d'écorce : ce qui a donné lieu au préjugé très-répandu, d'arbres frappés au milieu, au tiers ou au quart de leur hauteur.

» Il peut arriver qu'un arbre, d'une essence conductrice, surtout s'il est encore jeune, ne présente aucune lésion apparente, à la suite d'un très-violent coup de foudre.

» Dans la plupart des cas, la foudre ne frappe pas un point unique de l'arbre, mais elle s'étale sur la totalité des branches supérieures ou latérales; quelquefois elle frappe simultanément le sommet de plusieurs arbres contigus, et se dissémine sur une très-grande étendue de feuilles ou de rameaux.

» L'auteur démontre, par plusieurs faits bien caractérisés, que, en général, chaque branche située dans la partie élevée de l'arbre recueille et transmet au tronc son contingent de fluide électrique, qui vient grossir le courant principal auquel le tronc sert de conducteur.

» Lorsque la foudre frappe des vignes formées de ceps tous égaux en hauteur et très-régulièrement espacés, comme on en voit un grand nombre dans la vallée du Léman, la surface frappée est, à fort peu près, un cercle régulier et bien défini. L'action, plus forte près du centre, décroît en se rapprochant de la circonférence; là elle cesse subitement, et au delà du cercle on n'aperçoit aucune souche atteinte. Dans l'intérieur, il n'y a ni anneaux ni séparations. Le diamètre de ces cercles peut varier de 6 à 20 mètres et plus.

» L'auteur a eu l'occasion d'étudier, sur les parties dénudées d'écorce d'un peuplier et d'un sapin, récemment foudroyés et à peu de distance du sol, des taches très-caractéristiques, exactement circulaires, et qui ne présentent aucune apparence de dépôt; elles résultent plutôt d'une forte dessiccation locale du jeune bois, qui se trouve aminci dans les parties tachées, et qui est coloré en anneaux concentriques de couleur jaune foncé ou brune, analogue à celle que prend le bois lorsqu'il est desséché au four. Ces taches se sont conservées sans altération, depuis quatre ans, sur des fragments d'aubier détachés de l'écorce. Elles n'ont été observées qu'à 1 ou 2 mètres au-dessus du sol, et elles étaient situées le long d'une fissure longitudinale qui les traversait ou qui leur était à peu près tangente. Sur un sapin foudroyé, à Nyon, on voyait dix taches semblables, ayant de 3 à 5 centimètres de diamètre; leur dépression centrale, produit de la dessiccation ou de l'amincissement du bois, variait de 1 jusqu'à 2 $\frac{1}{2}$ millimètres.

» Les traces ou les sillons en hélice, qui se remarquent fréquemment sur quelques arbres foudroyés et assez fréquemment sur les chênes, prennent cette direction hélicoïdale par suite de la tendance du courant électrique à suivre la longueur des cellules qui constituent le jeune bois, seul bon conducteur de l'électricité. Les fibres formées par ces cellules sont très-souvent contournées en hélice, et la foudre les suit dans leur direction hélicoïdale, plutôt que de prendre un chemin plus court en se déviant d'un faisceau de fibres à un autre faisceau. Des empreintes de la plaie, prises à différentes hauteurs avec de la terre à modeler et reproduites sur des plâtres, rendent manifeste cette direction du courant le long d'un faisceau continu de fibres plus ou moins contournées.

» En faisant passer les décharges d'une forte batterie de Leyde sur un faisceau de tiges de graminées, pour imiter en petit l'action de la foudre sur un faisceau de fibres, M. Colladon a remarqué que quelques-unes de ces tiges portaient, à la suite du foudroiement, des divisions annulaires, charbonneuses, assez régulièrement espacées et ressemblant aux divisions d'une tige de thermomètre, fait qu'il se propose de suivre et d'examiner à nouveau.

» L'auteur s'est occupé incidemment d'étudier l'influence que peuvent exercer des arbres placés près des habitations, pour les préserver de la foudre; il montre, par des exemples, que cette influence peut être ou utile, ou nuisible, dans certains cas indiqués.

» L'auteur discute aussi les causes probables des effets de dispersion produits par la foudre, ainsi que d'autres questions de météorologie sur lesquelles l'opinion des physiciens n'est pas définitivement fixée.

» Entre les coups de foudre d'une grande intensité, cités dans ce Mémoire, le suivant paraît surtout très-remarquable : la foudre a frappé, en juillet 1872, le toit d'une ferme près de Genève; et, après avoir abattu deux pans de muraille et contourné un jardin, en suivant plusieurs fils de fer d'espaliers, elle s'est répandue sur une vigne située au delà, en laissant des traces de foudroiement sur plus de deux mille ceps. »

« M. Edm. Becquerel fait remarquer que, dans le Mémoire de M. Daniel Colladon, Mémoire très-intéressant et très-bien étudié dans toutes ses parties, il est question d'altérations produites dans les feuilles de vignes frappées de la foudre sur un espace d'une certaine étendue. Il pense que l'on doit rapprocher ces altérations de celles qui ont été observées par son père sur les feuilles et sur les fleurs soumises à l'action des

décharges électriques, même faibles, altérations qui proviennent de ce que les cellules végétales sont pour ainsi dire tuées par l'influence électrique et de ce que les tissus sont devenus perméables aux liquides qu'ils contiennent ainsi qu'aux liquides ambiants (1). »

« M. Becquerel ajoute, à cette occasion, que certaines feuilles, ainsi que des pétales de fleurs colorées en rouge, comme celles du coquelicot des champs, qui ont reçu la plus faible décharge électrique, sont décolorées immédiatement au point frappé par la décharge, et que la décoloration s'étend peu à peu autour des points qui ont été frappés. Les diverses plantes présentent de grandes différences à cet égard, et la couleur des fleurs jaunes n'est pas sensiblement modifiée par les décharges électriques (2). »

ZOOLOGIE. — *Études sur les types ostéologiques des Poissons osseux* (3e Partie); *par* M. C. Dareste.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« Il me reste maintenant à déterminer les types crâniens secondaires qui appartiennent au type du premier ordre, et que je considère comme indiquant les véritables caractères des familles naturelles. Je ne caractériserai d'ailleurs que ceux sur lesquels j'ai pu recueillir actuellement des documents suffisants.

» *Ésoces*. — Ce type, dont il faut distraire, comme je l'ai dit, les genres *Belone*, *Exocœtus* et *Hemiramphus*, est très-nettement caractérisé par la forme carrée et aplatie du crâne. Les frontaux principaux s'étendent sur la face supérieure presque entière, n'ont point de crêtes, et touchent à la fois aux frontaux postérieurs et aux mastoïdiens. Point de rocher. Les occipitaux externes et les mastoïdiens sont séparés par de larges fosses. Le palatin très-allongé est situé à côté du crâne et non en dessous comme chez les autres poissons. L'articulation de l'aile palatine avec les frontaux principaux se fait, non pas avec le palatin, mais avec le ptérygoïdien.

» *Characins*. — La famille des Characins a été séparée par Müller des Salmonides, et comprend les genres *Serra*, *Salmo*, *Myletes* et *Hydrocyon*. Le crâne présente une forme massive qui rappelle un peu celui des Cyprins.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 302 et 1345. — 2e semestre, 1871.

(2) *Voir* les Mémoires précédents.

Les intermaxillaires sont articulés au crâne d'une manière immobile, tantôt avec l'ethmoïde, tantôt avec les frontaux principaux, rappelant, dans ce dernier cas, une particularité des vertébrés supérieurs. Chez plusieurs de ces poissons, d'après Müller, les intermaxillaires et les maxillaires supérieurs seraient soudés ensemble ; mais ce caractère n'est pas général. Les frontaux principaux sont en contact avec les frontaux postérieurs et avec les mastoïdiens. Les frontaux postérieurs font suite immédiatement aux frontaux principaux, et ne sont pas placés sur un plan inférieur. Les pariétaux ne sont pas toujours séparés l'un de l'autre par l'interpariétal ; mais, même dans ce cas, ils ne s'appliquent point l'un contre l'autre et restent toujours écartés. Il est probable que dans leur écartement se trouve un prolongement cartilagineux de l'interpariétal, fait que je n'ai pu vérifier sur les squelettes. L'interpariétal porte d'ailleurs une crête plus ou moins élevée, qui fait saillie sur la face supérieure du crâne.

» *Clupées*. — Le crâne dans la famille des Clupées, réduite aux genres *Clupea*, *Alosa*, *Engraulis*, *Chirocentrus*, *Glossodon*, a, quand on le considère par sa face supérieure, la forme d'un triangle isoscèle très-allongé et dont la base, formée par la région occipitale, est assez petite. Les pariétaux sont unis sur la ligne médiane et séparent complétement les frontaux principaux de l'interpariétal. L'interpariétal, qui termine le crâne en arrière, ne porte qu'une crête tout à fait rudimentaire. Les frontaux antérieurs et les frontaux postérieurs sont complétement exclus de la face supérieure du crâne ; et l'apophyse post-orbitaire des frontaux postérieurs est très-abaissée. Les occipitaux externes, séparés par l'interpariétal, sont placés en arrière des mastoïdiens, et forment une saillie assez marquée sur la face postérieure du crâne. De cette façon, la ligne brisée qui termine le crâne en arrière présente la forme tout à fait caractéristique d'un angle rentrant.

» La famille des Clupées, telle que Cuvier l'avait établie, contenait un grand nombre de genres qui en ont été ultérieurement séparés. Sans parler ici des Polyptères et des Lépidostées, qu'Agassiz a séparés avec tant de raison des poissons osseux pour les rattacher au type des Ganoïdes, il y reste encore un très-grand nombre de genres dont la place est douteuse. Je n'ai pu malheureusement en étudier qu'un seul, le *Sudis* ou *Arapaima*, qui se rattache manifestement à un type tout autre que celui des Clupées ; mais doit-on le placer en dehors des poissons osseux ordinaires et parmi les Ganoïdes, ainsi que le propose M. Vogt? C'est une question que je réserve pour un travail ultérieur.

» *Gadoïdes*. — Le crâne des Gadoïdes présente, comme celui des Clupées,

une face supérieure en forme de triangle isoscèle; seulement la base en est beaucoup plus élargie, par suite de l'énorme développement du rocher : fait absolument caractéristique. Les frontaux principaux sont complétement séparés des mastoïdiens par l'interposition des frontaux postérieurs, qui entrent ainsi dans la composition de la face supérieure du crâne. Le crâne est tantôt garni de crêtes, et tantôt en est dégarni ; fait d'autant plus remarquable que certains types peuvent être nettement définis par l'arrangement des crêtes.

» *Pleuronectes.* — Tous les naturalistes connaissent le défaut de symétrie du crâne des Pleuronectes, défaut de symétrie qui résulte de la torsion de la plupart des os qui le composent, et aussi l'écartement partiel des frontaux principaux, d'où résulte la formation d'une cavité orbitaire destinée à recevoir l'œil qui se déplace. En dehors de ces faits, le crâne des Plectognathes est encore caractérisé par l'existence d'une crête médiane qui s'étend depuis l'orbite résultant de l'écartement des frontaux jusqu'à la région occipitale, et qui est formée d'abord par le relèvement du bord interne de ces frontaux, et ensuite par une crête de l'interpariétal. Les pariétaux et les occipitaux externes bordent le crâne des deux côtés, dans la région postérieure. Les frontaux postérieurs et les mastoïdiens sont placés au-dessous de l'extrémité postérieure des frontaux principaux, des pariétaux et des occipitaux externes.

» *Blennioïdes.* — Chez les Blennioïdes, qu'Agassiz a séparés des Gobioïdes et auxquels doit se rattacher l'*Anarrichas*, les frontaux s'unissent sur la ligne médiane et présentent, vers le milieu de leur parcours, une petite éminence latérale qui sert à l'insertion d'un ligament post-orbitaire, de telle sorte qu'ils forment en arrière de l'orbite une véritable fosse temporale, disposition analogue à celle que l'on observe chez les Murénoïdes. En arrière du ligament post-orbitaire, le crâne est très-rétréci, et se termine supérieurement par une véritable crête sagittale. Les frontaux postérieurs sont très-abaissés. Les mastoïdiens se continuent, de chaque côté, avec les frontaux principaux, et la crête sagittale se bifurque de manière à former deux crêtes qui se prolongent sur les mastoïdiens. La face postérieure du crâne, qui commence immédiatement après les frontaux principaux, est formée par l'interpariétal et par les pariétaux dont le développement est considérable.

» *Gymnodontes.* — Ce type est assez difficile à définir, par suite de la diversité des formes sous lesquelles il se présente, et qui en font une famille par chaîne, plutôt qu'une famille en groupe. On voit, en effet, que

l'ethmoïde, très-allongé chez quelques-uns, disparaît plus ou moins complétement chez d'autres, comme les Diodons, et qu'il en est de même des frontaux antérieurs. Toutefois, on peut encore chez eux constater quelques caractères communs : l'absence de crêtes sur la face supérieure du crâne; l'existence des frontaux postérieurs sur cette face supérieure; l'union des frontaux principaux et des mastoïdiens, et enfin, détail tout à fait caractéristique, l'union des occipitaux externes et des mastoïdiens, d'où résulte qu'il n'y a que trois crêtes dans la région occipitale : une moyenne formée par l'interpariétal, et deux latérales formées par les occipitaux externes. Le palatin et le ptérygoïdien interne s'articulent tous les deux avec le crâne d'une manière immobile, et les frontaux antérieurs, lorsqu'ils existent, ne s'articulent pas avec le palatin, mais avec le ptérygoïdien externe.

» Le *Triodon* diffère notablement des autres Gymnodontes, et forme par conséquent un type à part, quoique voisin.

» *Fistulaires.* — Le type des Fistulaires est caractérisé tout d'abord par l'allongement extrême de la région de la tête qui précède la cavité crânienne : les frontaux principaux, très-allongés et soudés entre eux, sont précédés par un ethmoïde excessivement long, lequel est lui-même précédé par un vomer également assez long. Cet allongement des os antérieurs du crâne s'accompagne d'un allongement considérable de l'aile temporale; donc les trois os principaux, temporal, tympanique et jugal, sont soudés au sphénoïde dans toute leur étendue. Au contraire, les mâchoires et l'aile palatine sont fort petites. L'aile palatine s'unit au vomer non-seulement par le palatin, mais aussi par le ptérygoïdien interne. Les frontaux antérieurs sont très-écartés des palatins. La boîte crânienne, très-petite, ne porte pas de véritable crête. Les frontaux principaux s'unissent aux mastoïdiens et aux frontaux postérieurs. Les occipitaux externes présentent de très-grands prolongements osseux, qui s'étendent dans la région dorsale et sont l'exagération d'une disposition qui se rencontre chez les Mugiloïdes. »

GÉOLOGIE. — *Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches et leur application aux laves de la dernière éruption de Santorin.* Mémoire de **M. F. Fouqué**, présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Daubrée, Des Cloizeaux, Hervé-Mangon.)

« Les procédés mécaniques et chimiques employés jusqu'à ce jour pour séparer les éléments cristallins des laves sont, dans la plupart des cas,

insuffisants pour atteindre ce but; aussi se contente-t-on souvent de l'analyse en bloc ou immédiate de ces roches. J'ai trouvé les procédés, particulièrement inapplicables aux laves de Santorin, dont les cristaux intégrants sont, les uns, quoique visibles encore, d'une très-grande ténuité, les autres entièrement microscopiques.

» Les perfectionnements que je propose sont susceptibles d'un emploi général. L'application que j'en ai faite aux laves de Santorin en démontre toute l'efficacité.

» Le procédé mécanique nouveau, que j'ai été conduit à adopter, consiste dans l'emploi d'un puissant électro-aimant mis en action par plusieurs forts éléments Bunsen (6 à 8). Lorsque la roche, réduite en grains de grosseur déterminée, est soumise à cet appareil, tous les éléments ferrugineux, cristallins ou vitreux qu'elle contient se trouvent rapidement enlevés, et l'on obtient une poudre blanche très-pure, composée uniquement des éléments feldspathiques de la matière. Quand la même variété de roche contient en même temps deux feldspaths, comme c'est le cas pour les laves de Santorin, ces feldspaths sont généralement en cristaux de dimensions tellement différentes que, en opérant sur la roche réduite en grains de dimensions diverses, on peut arriver à obtenir à l'état d'isolement celle des deux espèces feldspathiques qui offre les cristaux les plus volumineux, et en second lieu celle qui se trouve en cristaux microscopiques. La question de la séparation de ces feldspaths est encore plus simple lorsqu'ils sont très-inégalement attaquables par l'acide chlorhydrique, comme cela a lieu par exemple pour l'anorthite et les autres feldspaths.

» Le procédé chimique nouveau dont je recommande l'usage n'est autre que l'emploi de l'acide fluorhydrique concentré. Cet acide dissout très-promptement la partie vitreuse et les feldspaths de la roche, et abandonne une poudre composée de cristaux de fer oxydulé, de pyroxène et de péridot. Le fer oxydulé est enlevé facilement de ce mélange à l'aide d'un barreau faiblement aimanté. Quant au pyroxène et au péridot, leur différence de coloration est telle qu'un triage fait avec une forte loupe suffit pour les isoler. On peut d'ailleurs avoir recours à l'emploi de l'acide sulfurique faible qui attaque le péridot en respectant le pyroxène.

» Ainsi, en somme, l'emploi combiné de ces deux perfectionnements permet d'isoler tous les éléments cristallins ordinaires des laves.

» La matière amorphe seule ne peut être obtenue au même état de pureté; mais les procédés précédents permettent encore, pour ainsi dire, de la concentrer, en la dépouillant de la majeure partie des cristaux aux-

quels elle est alliée, et d'arriver, par suite, à des données intéressantes sur sa composition.

» Les cristaux très-petits, isolés par les méthodes ci-dessus indiquées, sont en outre, plus purs que les cristaux plus volumineux dont la séparation est parfois possible, et donnent, par conséquent, des résultats plus nets à l'analyse chimique.

» En appliquant ces procédés aux diverses variétés de laves récentes de Santorin, j'ai pu démontrer dans ces roches l'existence de trois espèces feldspathiques et de plusieurs variétés de pyroxène et de péridot.

» La lave commune de la dernière éruption renferme de l'albite, du labrador et quelquefois un peu d'anorthite; elle possède en outre un pyroxène remarquable par sa teneur élevée en protoxyde de fer, un péridot, du fer magnétique et une matière amorphe plus riche en silice que l'albite, dont elle se rapproche du reste beaucoup par sa composition.

» La lave en rognons et la matière cristalline des druses renfermées dans la lave commune contiennent de l'anorthite, et chacune un pyroxène et un péridot différents de ceux qui appartiennent en propre à la lave qui les renferme. Les deux pyroxènes, tous les deux très-riches en chaux, sont inégalement riches en magnésie et en protoxyde de fer. Les deux péridots diffèrent surtout par leur teneur en protoxyde de fer (1).

» Les chiffres qui représentent la composition de toutes ces substances sont indiqués en détails dans le Mémoire ci-joint. J'ai l'honneur de présenter en même temps à l'Académie un certain nombre d'épreuves micrographiques, qui montrent bien la structure des laves de Santorin et les formes pseudocristallines des inclusions à bulles de gaz qui s'y observent dans les différents cristaux.

» En somme, mon Mémoire, dont la présente Notice est un extrait, contient :

» 1° L'indication d'un procédé mécanique nouveau pour la séparation des éléments cristallins des roches;

» 2° L'indication d'un procédé chimique également nouveau et concourant au même but;

» 3° Le résumé succinct des résultats les plus saillants fournis par l'application de ces deux procédés aux laves récentes de Santorin. »

---

(1) Ces deux dernières matières contiennent, en outre, une proportion considérable de sphènes en cristaux relativement volumineux.

M. de Wissocq adresse une Note intitulée : « Considérations sur l'utilité du sulfure de calcium et de l'hydrogène sulfuré ».

Suivant l'auteur, le sulfure de calcium enterré au pied des vignes doit avoir pour effet de détruire le *Phylloxera*, en donnant naissance à de l'acide sulfhydrique, grâce à l'humidité du sol et aux dégagements lents d'acide carbonique qui s'y produisent. Il ferait également périr les vers et les insectes nuisibles dont il est souvent si difficile de débarrasser les champs et les cultures maraîchères : l'auteur indique comment il conviendrait d'en modifier l'emploi pour les diverses circonstances qui pourront se présenter. Enfin M. de Wissocq pense que l'emploi du sulfure de calcium pourrait être tenté pour la destruction des miasmes, ou des agents de transmission des épidémies; il insiste sur l'inconvénient que présentent les désinfectants ordinairement introduits dans les fosses d'aisances (sulfate ou chlorure de fer), qui, en détruisant l'acide sulfhydrique, permettent la production de miasmes plus dangereux. »

Cette Note sera transmise à la Commission du *Phylloxera*.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une carte géologique du département de la Savoie, publiée par MM. *Lory*, *Pillet* et l'abbé *Vallet*;

2° Une carte magnétique de l'Italie et des mers italiennes; par M. *Diamilla-Muller*;

3° Un « Essai sur l'œuvre de Léonard de Vinci », transmis à l'Académie par M. le prince Boncompagni;

4° Un « Traité de Viticulture et d'Œnologie »; par M. *C. Ladrey*.

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphémérides de la planète* (125), *découverte à l'Observatoire de Paris, par* M. Henry, *calculés par* M. G. Leveau. Note présentée par M. Yvon Villarceau.

« Les éléments ci-dessous ont été déduits d'observations faites à Paris, le 12 septembre, le 30 septembre et le 19 octobre.

Époque : 1872, Septembre 12,0, temps moyen de Greenwich.

$$
\begin{aligned}
M_0 &= 64^{\circ}.45'.54'' \\
\pi &= 251.10.25 \\
\Omega &= 171.\ 9.43 \\
i &= 6.\ 4.48 \\
\varphi &= 20.17.20 \\
\log\mu &= 670'',99 \\
\log a &= 0,482\ 19
\end{aligned}
\quad \left.\begin{matrix} \\ \\ \\ \\ \end{matrix}\right\} \text{Écliptique de 1872,0.}
$$

» Ces éléments accusent une excentricité très-forte; la plus grande connue jusqu'ici était celle de (33), Polymnie, dont la valeur est de 19°52'.

» Nous ferons cependant remarquer que ces éléments ne reposant que sur trois observations, les seules que nous ayons pu nous procurer, sont nécessairement empreints de l'indétermination que l'on rencontre habituellement dans le cas des faibles inclinaisons et de trois observations.

» A l'aide de ces éléments, j'ai calculé, pour le midi moyen de Greenwich, l'éphéméride suivante, dont les positions sont rapportées à l'équinoxe de 1872,0.

Temps moy. de Greenwich. 1872.	Ascension droite.	Distance polaire.	log Δ.	Temps moy. de Greenwich. 1872.	Ascension droite.	Distance polaire.	log Δ.
	h m s	° '			h m s	° '	
Nov. 2,0	23.30.45	95.16,2	0,375	Nov. 21,0	23.32. 4	95.20,5	0,426
3,0	23.30.38	95.17,8	0,378	22,0	23.32.19	95.19,3	0,429
4,0	23.30.33	95.19,2	0,380	23,0	23.32.36	95.18,0	0,432
5,0	23.30.28	95.20,4	0,383	24,0	23.32.54	95.16,6	0,435
6,0	23.30.25	95.21,5	0,386	25,0	23.33.13	95.15,1	0,437
7,0	23.30.24	95.22,5	0,388	26,0	23.33.33	95.13,4	0,440
8,0	23.30.23	95.23,3	0,391	27,0	23.33.54	95.11,6	0,443
9,0	23.30.24	95.23,9	0,394	28,0	23.34.16	95. 9,7	0,445
10,0	23.30.25	95.24,4	0,396	29,0	23.34.39	95. 7,7	0,448
11,0	23.30.29	95.24,8	0,399	30,0	23.35. 3	95. 5,5	0,451
12,0	23.30.33	95.25,0	0,402	Déc. 1,0	23.34.28	95. 3,2	0,453
13,0	23.30.38	95.25,0	0,405	2,0	23.35.54	95. 0,9	0,456
14,0	23.30.45	95.24,9	0,407	3,0	23.36.21	94.58,4	0,459
15,0	23.30.53	95.24,7	0,410	4,0	23.36.49	94.55,8	0,461
16,0	23.31. 2	95.24,3	0,413	5,0	23.37.18	94.53,1	0,464
17,0	23.31.12	95.23,8	0,415	6,0	23.37.46	94 50,2	0,467
18,0	23.31.23	95.23,2	0,418	7,0	23.38.18	94.47,3	0,469
19,0	23.31.36	95.22,4	0,421	8,0	23.38.50	94.44,3	0,472
20,0	23.31.49	95.21,5	0,424				

» La planète est très-difficile à observer; nous prions MM. les astro-

nomes, munis de puissants instruments, de vouloir bien la suivre et de nous communiquer leurs résultats. »

ANALYSE. — *Mémoire sur la théorie des équations à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes; par* M. MAURICE LÉVY. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

I.

« Le principal but de ce travail est de trouver d'une manière générale toutes les intégrales des équations à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes qu'il est possible d'obtenir moyennant l'intégration d'équations, à différences ordinaires. Ce problème comprend évidemment, comme cas particulier, celui qui aurait pour objet la découverte des intégrales de la première classe d'Ampère, dont la théorie, bien que très-incomplète encore, a fait, dans ces derniers temps, de remarquables progrès, grâce aux belles recherches de MM. Moutard et Darboux.

» La solution du problème général tel que je le pose se trouve dans les propositions suivantes :

» THÉORÈME I. — *Les intégrales les plus générales des équations à différences partielles du second ordre, qu'il soit possible d'obtenir moyennant l'intégration de k systèmes successifs d'équations à différences ordinaires comprenant chacun un nombre quelconque d'équations avec un pareil nombre de fonctions inconnues, sont celles dont les arbitraires relatives à l'une des caractéristiques de l'équation différentielle proposée* (*) *n'entrent sous aucun signe d'intégration partielle, celles relatives à l'autre caractéristique pouvant être engagées sous de tels signes ou généralement se présenter d'un façon quelconque.*

» *La proposition subsiste dans le cas où les deux caractéristiques sont les mêmes. Les deux fonctions arbitraires de l'intégrale, si elle est générale, doivent, dans ce cas, apparaître* distinctes, *l'une d'elles étant hors de tout signe d'intégration partielle, l'autre pouvant être engagée sous de tels signes.*

» THÉORÈME II. — *Inversement, toutes les fois qu'une équation à différences partielles du second ordre admet une intégrale de la forme qui vient d'être définie, elle peut être intégrée, c'est-à-dire que son intégration peut* effectivement

(*) J'appellerai toujours caractéristiques d'une équation différentielle partielle les quantités dont dépendent les fonctions arbitraires qui entrent dans son intégrale.

être ramenée à celle de k systèmes successifs d'équations à différences ordinaires.

» THÉORÈME III. — *Le nombre k des systèmes à intégrer est toujours et invariablement égal à* trois ; *en sorte que la seule chose qui varie d'une intégrale à l'autre, c'est le nombre des équations que comprend chacun des trois systèmes à intégrer.*

II.

« J'appellerai *intégrale générale mixte* toute intégrale générale dont les arbitraires relatives à l'une des caractéristiques seulement sont dégagées de tout signe d'intégration partielle, réservant, avec Ampère, la désignation d'intégrale de la première classe aux intégrales générales ou particulières dont toutes les fonctions arbitraires sont en dehors de tels signes.

« Soient X, X_1, X_2 trois fonctions de x, y, z, c'est-à-dire des variables indépendantes de la fonction inconnue de l'équation à différences partielles proposée, de ses caractéristiques α et β et des arbitraires relatives à chacune de ces caractéristiques. Les arbitraires qui entrent dans X sont supposées dégagées de tout signe d'intégration partielle; dans X_1 et X_2, les arbitraires relatives à β sont seules censées dégagées de tels signes, celles relatives à α étant supposées de forme quelconque. Enfin, représentons par U une fonction de x, y, z de β et δ arbitraires de β non engagées sous des signes d'intégration partielle, U ne contenant aucune quantité relative à α. »

» Je démontre les propositions suivantes :

» THÉORÈME IV. — *Une intégrale générale mixte d'une équation à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes peut être représentée par trois équations*

$$X_1 = 0, \quad X_2 = 0,$$
$$\frac{dX_1}{d\alpha}\frac{dX_2}{d\beta} - \frac{dX_2}{d\alpha}\frac{dX_1}{d\beta} = 0,$$

dont la dernière a pour premier nombre le déterminant fonctionnel des premiers membres des deux autres relatif aux caractéristiques α et β de l'équation différentielle donnée, toutes les fois *que les dérivées partielles du premier ordre au moins de la fonction inconnue sont* homogènes *à l'intégrale relativement à celle des deux caractéristiques dont les arbitraires n'entrent sous aucun signe d'intégration partielle* (*). (Ici c'est β.)

» *En outre, les deux premières des équations intégrales représentent alors à elles seules une intégrale de la proposée, si l'on y regarde comme de simples constantes toutes les quantités dépendant de cette même caractéristique β.*

» THÉORÈME V. — *Une intégrale générale de la première classe d'une équation à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes*

(*) Le mot *homogène* est pris ici dans le sens que lui attribue Ampère.

peut se mettre sous la forme de trois équations

$$X = 0, \quad \frac{dX}{d\alpha} = 0, \quad \frac{dX}{d\beta} = 0,$$

dont les deux dernières sont les dérivées partielles de la première relativement aux caractéristiques α *et* β *de la proposée,* toutes les fois *que les dérivées partielles du premier ordre au moins de la fonction inconnue sont homogènes à l'intégrale à la fois relativement à* α *et relativement à* β.

» *En outre, la première des équations intégrales représente à elle seule une intégrale de la proposée si l'on regarde toutes les arbitraires qui y entrent comme de simples constantes.*

» *Les deux premières représentent à elles seules une intégrale de la proposée si l'on y regarde* β *et les arbitraires dépendant de cette quantité comme de simples constantes.*

» *Enfin, la première et la troisième représentent de même une intégrale si l'on y regarde* α *et les arbitraires qui en dépendent comme de simples constantes.*

» Théorème VI. — *Une intégrale particulière de la première classe d'une équation à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes peut se mettre sous la forme de deux équations*

$$U = 0, \quad \frac{dU}{d\beta} = 0,$$

toutes les fois que les dérivées partielles du premier ordre au moins de la fonction inconnue sont homogènes à l'intégrale relativement à la quantité β *dont dépendent les arbitraires qui entrent dans l'intégrale.*

» *En outre, la première de ces équations représente à elle seule une intégrale de la proposée, si l'on y regarde toutes les arbitraires qui en dépendent comme de simples constantes.*

« La première partie de cette dernière proposition a déjà été donnée par Ampère; mais la démonstration de l'illustre géomètre repose sur une hypothèse qui ne se réalise pas toujours, ni même en général. Elle suppose que U est de la forme

$$\text{(C)} \qquad F\left(x, y, z, \beta, B, \frac{dB}{d\beta}, \frac{d^2B}{d\beta^2}, \ldots, \int \lambda B\, d\beta, \ldots\right),$$

où B est une fonction arbitraire et λ une fonction déterminée de β. Or cette forme est loin d'être générale, et la première difficulté à résoudre, en abordant l'étude des intégrales sur lesquelles portent les propositions précédentes, *c'est de trouver les conditions les plus générales moyennant lesquelles un nombre fini m de fonctions arbitraires de* β,

$$B, B_1, B_2, B_3, \ldots, B_{m-1},$$

découlant toutes de l'une d'elles B, *de façon à être déterminées quand on donne à celle-ci une forme déterminée et dont aucune n'entre sous un signe d'intégration partielle, peuvent coexister dans une intégrale générale ou particulière d'une équation à différences partielles*

du second ordre, dans laquelle, d'ailleurs, les arbitraires relatives à la seconde caractéristique α, si l'intégrale est générale, se présentent sous une forme quelconque.

» Le cas le plus élémentaire, celui qui se présente dans les intégrales de l'équation de Laplace, dans l'intégrale de l'équation de M. Liouville et qui a été particulièrement étudié par M. Moutard pour les équations dont les caractéristiques α et β sont des fonctions *explicites* de x, y, z, est celui où les arbitraires $B_1, B_2, B_3, \ldots$ sont simplement des dérivées $\frac{dB}{d\beta}, \frac{d^2B}{d\beta^2}, \frac{d^3B}{d\beta^3}, \ldots$ de B. Eh bien, je démontre que le cas le plus général possible consiste, quelle que soit d'ailleurs l'expression des caractéristiques, en ceci :

» *Il faut supposer dans les équations intégrales, non pas une seule fonction arbitraire* B *de* β, *accompagnée d'un certain nombre d'autres fonctions qui en soient issues « par voie de dérivation ou d'intégration »,* mais deux *fonctions arbitraires* B *et* C, *accompagnées* chacune *d'un nombre fini de ses dérivées, ces deux fonctions étant liées entre elles par une équation de la forme*

$$(e) \qquad W\left(\beta, B\frac{dB}{d\beta}, \frac{d^2B}{d\beta^2}, \ldots, \quad C\frac{dC}{d\beta}, \frac{d^2C}{d\beta^2}, \ldots\right) = 0,$$

de telle façon que, si l'on donne à l'une des deux fonctions B *ou* C *une forme déterminée, l'autre se détermine par l'intégration de l'équation à différences ordinaires* (e). *C'est cette relation qui définit de la façon la plus précise à la fois et la plus générale la manière dont m fonctions arbitraires, dégagées de tout signe d'intégration partielle, peuvent coexister dans une intégrale générale ou particulière d'une équation du second ordre.*

» C'est à cette définition qu'il faut revenir *constamment* quand on veut étudier les intégrales dont il s'agit.

» C'est bien ainsi (et c'est le seul exemple complet que je connaisse, tous les autres rentrant dans la définition particulière d'Ampère) que se présente l'intégrale de l'équation du second ordre dont dépendent les surfaces de M. Weingarten, intégrale que, dans son beau Mémoire sur la déformation des surfaces, M. Bonnet donne par des considérations géométriques d'une suprême élégance et d'une extrême simplicité.

III.

» Non-seulement les solutions subsidiaires qui, en vertu des propositions IV, V et VI, accompagnent les intégrales mixtes ou de la première classe appartiennent à l'équation du second ordre proposée, mais je montre qu'elles appartiennent aussi à toute équation à différences partielles, *si élevé qu'en soit l'ordre*, avec laquelle celle-ci admet une intégrale commune avec une fonction arbitraire, c'est-à-dire à ces équations d'ordre supérieur si heureusement introduites dans la théorie des équations du second ordre par M. Darboux.

» Enfin, dans les cas critiques analogues à ceux signalés dans la théorie des équations du premier ordre par M. Bertrand et résolus d'une façon si lumineuse par M. Serret, elles remplissent un rôle semblable à celui que la théorie de M. Serret assigne alors aux solutions *complètes*, ce qui montre, pour le dire en passant, que cette belle théorie a ses racines s'étendant bien au delà du premier ordre, et permet de prévoir qu'elle embrassera généralement toutes les intégrales *exprimables* par équations à différences ordinaires, quel que soit l'ordre des équations différentielles partielles qui leur auront donné naissance.

» On voit donc qu'en tous points les solutions subsidiaires mises en lumière par nos trois dernières propositions possèdent ces précieuses qualités que Lagrange reconnaissait aux solutions *complètes* des équations du premier ordre, lorsqu'il disait que, « sous une forme simple, elles remplissent presque en entier les conditions de l'équation différentielle ». C'est pourquoi, et afin de les distinguer des solutions à cinq constantes arbitraires dites *complètes*, bien qu'elles n'aient à aucun degré le caractère des solutions complètes des équations du premier ordre, je les appelle des solutions *surcomplètes*, et j'indique à quels caractères on peut reconnaître si une solution particulière donnée renfermant soit un *nombre quelconque* de constantes arbitraires, soit à la fois une fonction et des constantes arbitraires, est *surcomplète*, c'est-à-dire à quelles conditions on peut, par la variation des constantes qu'elle renferme, en déduire tantôt une intégrale plus générale, tantôt l'intégrale générale de la proposée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Note sur les courants accidentels qui naissent au sein des lignes télégraphiques dont un bout reste isolé dans l'air* (suite); *par* M. Th. du Moncel.

« Dans ma précédente Note sur les courants accidentels produits dans une ligne télégraphique dont une extrémité est isolée, je terminais en disant que, la cause excitatrice de ces courants dépendant des effets d'oxydation, des effets de polarisation et des effets calorifiques développés aux deux extrémités, le sens de ces courants peut être prévu en partant de quelques principes généraux. Ces principes sont les suivants :

» 1° Lorsque le milieu conducteur, intermédiaire entre deux plaques métalliques de même nature réunies par un fil, n'est pas également humide, il se produit un courant qui est dirigé, à travers le circuit extérieur, comme si la plaque en contact avec la partie la plus *sèche* du conducteur inter-

médiaire constituait un pôle positif. J'ai longuement parlé de ces courants dans mes deux Communications de 1861.

» 2° Lorsque l'une des lames a une surface beaucoup plus petite que l'autre, et que le milieu intermédiaire est homogène, tant dans sa composition chimique que sous le rapport de l'humidité, il se développe toujours un courant allant de la petite plaque à la grande à travers le circuit extérieur. J'ai également parlé plusieurs fois de ces courants dans mes deux Communications de 1861 et dans celles que j'ai envoyées l'an dernier à l'Académie sur l'influence des dimensions relatives des électrodes polaires dans les piles.

» 3° Lorsque l'on plonge deux lames métalliques de même surface dans un même milieu conducteur homogène, soit liquide, soit simplement humide, il se manifeste presque toujours un courant plus ou moins énergique, qui peut être éphémère ou persistant suivant la différence plus ou moins grande qui existe entre l'état physique des deux surfaces métalliques, et suivant la manière même dont l'immersion des lames a été faite. Si la surface de l'une des deux lames est plus propre à être oxydée que l'autre, ou moins apte à favoriser les effets de la polarisation, elle se constitue généralement positivement par rapport à l'autre, et joue par conséquent le rôle de la lame de zinc d'un couple voltaïque. Toutefois ces effets sont assez complexes et semblent quelquefois être, au premier abord, en contradiction avec ce principe, comme nous allons le voir. D'un autre côté, si l'une des lames est plongée dans le milieu humide avant l'autre, cette lame prend au premier moment une polarité électronégative par rapport au liquide, mais elle ne la conserve généralement pas, du moins quand les deux lames ont des surfaces bien homogènes.

» 4° Pour faire naître une force électromotrice entre deux lames métalliques identiques, plongées dans un même milieu humide, il suffit d'*agiter* l'une d'elles ou bien de l'*essuyer*, de la *décaper*, de la *chauffer* ou de la *refroidir;* mais c'est l'action du chauffage qui est généralement prédominante.

» 5° Avec des lames peu ou point attaquables, telles que des lames de platine, de cuivre, de plomb, d'étain, d'or et d'argent (1), l'agitation, l'essuyage et le décapage ont pour résultat de rendre électropositive la lame qui en subit les effets, et par conséquent de lui faire jouer le rôle d'une lame oxydable. La chaleur, au contraire, la rend électronégative, et,

(1) Pour ces deux derniers métaux seulement, l'agitation agit en sens inverse du décapage et de l'essuyage.

comme son action est prépondérante, elle a pour effet de reverser ou de renforcer les polarités déjà acquises. Le froid agit en sens inverse; toutefois il est des circonstances où cette action n'est pas durable, comme on va le voir.

» 6° Avec des lames très-oxydables, telles que des lames de zinc et de fer, et, exceptionnellement, avec des lames d'aluminium, les effets de la chaleur se produisent dans le même sens que précédemment; mais il arrive souvent qu'ils sont suivis d'une inversion dans le sens du courant. Les effets de l'agitation, de l'essuyage et du décapage s'effectuent en sens opposé, c'est-à-dire dans le même sens que ceux de la chaleur. Toutes ces actions ont donc pour résultat de rendre électronégative la lame qui en subit les effets, et par conséquent de lui faire jouer le rôle de pôle positif.

» Les expériences que j'ai entreprises pour étudier ces différents effets ont été faites avec le galvanomètre sensible dont j'ai parlé dans mes deux dernières Communications, et en employant tantôt de la poudre de grès humectée d'eau, tantôt de l'eau pure ou une solution de sulfate de cuivre, tantôt même le sol terrestre. En ayant recours au renversement des polarités par l'effet de l'agitation ou du décapage, je pouvais avec un peu de précaution disposer l'expérience de manière à n'obtenir aucune déviation sur mon galvanomètre, et dans ce cas je pouvais étudier plus distinctement les effets que je voulais analyser, surtout ceux du chauffage. Comme les effets produits par l'immersion d'une lame chauffée ne sont que momentanés, j'ai voulu les étudier d'une manière plus complète, en maintenant l'action de la flamme d'une lampe à alcool sur mes électrodes : pour cela, je recourbais celles-ci à angle droit, de manière qu'une partie plongeât dans le milieu humide, et que l'autre partie avançât assez en dehors du récipient pour qu'on pût la chauffer.

» En chauffant séparément les lames et les replongeant chaudes dans le milieu humide, on obtient toujours, comme je l'ai déjà dit, une forte déviation positive, c'est-à-dire une déviation agissant comme si la plaque chauffée constituait un pôle positif; en conséquence, si l'aiguille du galvanomètre indique une déviation négative, résultant d'une autre réaction, l'effet est immédiatement renversé; mais il ne dure pas, et généralement la déviation revient, avec le refroidissement, du côté où elle s'était primitivement manifestée. Quelquefois cependant, quand la cause qui a déterminé cette déviation n'est pas très-énergique, la chaleur fait conserver aux lames les polarités relatives qu'elles ont prises sous son influence, mais à un degré moindre.

» Si l'échauffement de la lame est continu, des effets assez complexes se produisent; au début, la déviation galvanométrique indique presque toujours la présence d'un courant allant, à travers le circuit extérieur, de la lame chauffée à la lame froide, si toutefois la nature des lames ne détermine aucun courant; ou bien elle indique un amoindrissement du courant produit, quand la lame chauffée a une polarité contraire fortement prononcée. Cet effet augmente successivement jusqu'à la déviation maxima que peut fournir le galvanomètre ; mais quelquefois la déviation s'arrête à un certain degré, pour revenir sur ses pas et repasser de l'autre côté du galvanomètre, où elle augmente alors successivement. Généralement ce retour s'effectue au bout d'un quart d'heure d'échauffement. Naturellement le refroidissement entraîne l'affaiblissement de ces déviations, et, quand il est complet, il arrive le plus souvent que les polarités primitives des deux lames se trouvent renversées. Quand le milieu humide interposé entre les lames est du sable à peine humide, ces effets se compliquent d'une nouvelle action, qui est la conséquence du desséchement du sable autour de la lame chauffée, et il en résulte que le mouvement ascensionnel de l'aiguille s'arrête brusquement pour donner lieu à une décroissance rapide de la déviation, qui continue jusqu'à zéro bien qu'on ne cesse pas de chauffer. Dans ce cas, le refroidissement produit une nouvelle déviation, qui tient à ce que les couches de sable voisines de celles qui ont été desséchées communiquent successivement à ces dernières le peu d'humidité qu'elles possèdent; mais cette déviation, qui peut parfois être assez considérable, diminue à son tour avec le refroidissement.

» Quand on répète les expériences précédentes avec le soleil et deux plaques, dont l'une est enfouie dans le sol et l'autre appliquée sur un pavé plus ou moins humide, un courant se développe toujours dans le circuit en rapport avec ces plaques, et sa direction varie suivant le degré d'humidité du pavé. S'il est relativement sec, la plaque qui appuie sur lui est négative et joue le rôle de pôle positif; l'inverse a lieu dans le cas contraire; mais, dans les deux cas, l'action du soleil sur la plaque extérieure s'effectue en sens inverse. Quand la plaque joue le rôle de pôle positif, le soleil a pour effet d'augmenter d'abord la déviation, puis de la diminuer, et par conséquent de tendre à renverser cette polarité; l'ombre exerce un effet opposé. Quand la plaque joue le rôle de pôle négatif, le soleil ne semble pas augmenter, comme précédemment, la déviation négative dans les premiers instants, mais il la diminue franchement, et l'ombre la rétablit dans ses premières conditions. Pour obtenir ces effets opposés, il suffit

de passer, sur le pavé qui a fourni la déviation positive, un linge légèrement humecté; la déviation change immédiatement de signe. Ainsi une plaque de zinc qui sur un pavé à peu près sec avait fourni, à l'ombre d'un parapluie, une déviation positive de + 25 degrés, en a provoqué une de + 27 degrés au moment où les rayons solaires ont commencé à le frapper, pour redescendre ensuite à + 20 degrés au bout de dix minutes; la température au soleil n'était pourtant que de 23 degrés. Quand ce pavé a été mouillé avec un linge humide, cette déviation est devenue négative et a pu atteindre 75 degrés à l'ombre. Elle est ensuite tombée à 50 degrés au bout de dix minutes sous l'influence solaire, pour remonter à 80 degrés aussitôt qu'elle a été mise de nouveau à l'ombre du parapluie. Ce qui est curieux, c'est que l'intermédiaire d'une forte planche de bois sec, entre le pavé et le zinc, n'a pas fait changer ces résultats d'une manière sensible: ainsi une déviation de — 15 degrés s'est trouvée réduite à — 13 degrés avec le soleil, et est revenue à — 18 degrés en dix minutes, quand l'ombre a été projetée sur elle. »

OPTIQUE. — *Photomètre fondé sur la sensation du relief.* Note de **M. P. Yvon.**

« Soient deux surfaces planes et blanches, perpendiculaires entre elles et placées de façon que leur arête d'intersection soit verticale: c'est la disposition que l'on peut réaliser, par exemple, en pliant une feuille de papier ou une carte en deux moitiés, qu'on laissera à angle droit, et la plaçant sur une table de manière que l'arête soit perpendiculaire à la table. Si l'observateur se place à une certaine distance, son œil étant dans le prolongement du plan bissecteur de l'angle dièdre, et qu'il regarde l'arête au travers d'un tube noirci intérieurement, il obtient la sensation du relief tant que les deux faces sont inégalement éclairées; dès que l'éclairement des deux faces devient exactement le même, il ne voit plus qu'un cercle dont la surface lui paraît rigoureusement plane.

» Pour comparer entre elles les intensités de deux sources lumineuses, de même couleur, on dispose l'une des sources dans une direction normale à l'une des faces de l'angle, l'autre source dans une direction normale à l'autre face: il est évident que chaque source éclaire seulement l'une des faces, à l'exclusion de l'autre. L'observateur étant placé comme il a été indiqué, il suffit de faire varier la distance de l'une des sources à la face qu'elle éclaire, l'autre restant fixe, jusqu'à ce que l'œil obtienne la sensation d'un cercle absolument plan. On mesure alors la distance de chaque

source à la face correspondante, et la loi de la raison inverse des carrés des distances donne le rapport des intensités.

» La disposition dont il s'agit peut évidemment être réalisée avec deux surfaces planes de nature quelconque ; on peut employer, par exemple, un prisme rectangulaire en porcelaine ou en toute autre substance. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Action d'un couple cuivre-cadmium sur une solution de sulfate de cadmium.* Note de **M. F. Raoult.**

« Dans une solution du sulfate de cadmium très-légèrement acidulée et privée d'air, on plonge une lame de cuivre et une lame de cadmium assez courtes pour être complétement immergées ; puis on verse sur la solution une couche d'huile. Tant que les deux lames ne se touchent pas, il ne se produit rien de particulier : le cadmium seul est faiblement attaqué, avec dégagement d'hydrogène ; quant au cuivre, il ne subit aucune altération, et après plusieurs jours il a la même couleur et le même aspect qu'au premier moment de l'immersion. Les choses se passent autrement dès que, par un mouvement convenable du vase, on a établi le contact entre les deux lames cadmium et cuivre ; alors du cadmium se dépose sur le cuivre, le blanchit et lui donne, après moins d'un jour, l'aspect d'une lame de cadmium.

» Dans cette expérience, le sulfate de cadmium est donc réduit par un couple cuivre-cadmium. C'est un effet curieux, dont l'explication me paraît actuellement difficile. »

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Edm. Becquerel.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Formules pour les lois de teinture. (Numéros des nuances chevreuliennes liés aux doses d'agents générateurs); par* **M. P. Havrez** (1).

« **1.** On sait que, à l'aide de l'atlas chromatique de M. Chevreul, on distingue une nuance à l'aide de sa *couleur* (72 types), de son *intensité* (20 tons), et de son *ternissement* (10 degrés de bruniture).

» *a.* Ainsi les numéros et signes suivants désignent 12 *couleurs* équidistantes comprises entre le Rouge et l'Orangé :

0 R, 1 R, 2 R, 3 R, 4 R, 5 R, 6 R = 0 RO, 1 RO, 2 RO, 3 RO, 4 RO, 5 RO, 0 O,

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

et ainsi de suite entre o Orange et o Jaune, puis entre o Jaune et o Vert, o Vert et o Bleu, etc.

» *b*. Un chiffre, variant de o à 21, indique la *force* ou le *ton* de chacune de ces couleurs. Les sept premiers chiffres désignent des teintes claires ou pâles, les sept suivants les teintes moyennes, et les sept derniers des tons de plus en plus foncés (bruns) qui atteignent le noir au 21ᵉ ton.

» *c*. Les fractions $\frac{0}{10}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, ..., $\frac{9}{10}$ indiquent la dose de gris noir, qui salit (ou ternit, ou rabat) l'ensemble des nuances plus ou moins intenses.

» Ainsi trois chiffres désignent la *nuance*, l'*intensité*, la *bruniture* de chaque teinte et la définissent complétement. Cette notation est entièrement arithmétique.

» 2. Or la méthode expérimentale m'a conduit à reconnaître deux faits importants : 1° chaque nuance (couleur, ton, bruniture) résulte d'un ensemble *déterminé* de drogues (sels, dits mordants, et colorants) et de circonstances (durée, chaleur, etc.); 2° toute nuance éprouve une *variation régulière* quand une des circonstances génératrices vient à varier régulièrement.

» En d'autres termes, il y a une LIAISON entre les doses de drogues et la teinte produite, liaison analogue par sa nature et son importance à toutes les lois ou formules de physique, et qui n'était possible qu'après la constitution de la mesure des couleurs par M. Chevreul.

» J'ai constaté que cette liaison pouvait généralement être donnée par une relation algébrique représentant une hyperbole (ce qui, approximativement et entre certaines limites, correspond à une droite ou à une équation du 1ᵉʳ degré).

» Ainsi supposons qu'un ensemble de drogues donne une des NUANCES rouges o R, 1 R, 2 R, ..., 5 R, 6 R ou o RO, ..., et que, quand l'une des drogues, dont je désignerai par X la dose employée pour 100ᵖ de laine pure, je suppose, est nulle, la nuance soit A Rouge, et, quand cette dose devient énorme ($X = \infty$), la nuance soit ($A + B$) Rouge. J'ai constaté expérimentalement que la nuance, quand la dose était X, pouvait presque toujours être exprimée comme suit, C étant une constante à déterminer par l'expérience

$$(1) \qquad \left(A + \frac{BX}{C + X}\right) \text{Rouge},$$

relation qui donne la nuance A Rouge quand $X = 0$, et la nuance $\left(A + \frac{B}{0 + 1}\right)$ Rouge si $X = \infty$.

» De même, quand la dose d'ingrédient, lorsqu'elle est très-petite ou nulle, correspond au TON initial T, puis qu'en augmentant elle l'accroît de plus en plus, jusqu'à le rendre égal à 21 (ton limite noir) en devenant infinie ($X = \infty$), l'intensité correspondant à la dose X quelconque est

$$(2) \qquad T + \frac{(21 - T)X^n}{a + X^n} = \text{le ton } t.$$

» Enfin des drogues BRUNISSENT de plus en plus ; je citerai le bichromate agissant sur une laine imprégnée de cachou ou de bois bleu, rouge, etc Supposons qu'une dose $X = 0$ de cette drogue donne N degrés de bruniture, et qu'une dose énorme $X = \infty$ la porte jusqu'au noir = 10 degrés de brun, la bruniture pour une dose X intermédiaire sera généralement

$$(3) \qquad N + \frac{(10 - N)X^m}{b + X^m} = \text{la bruniture } n.$$

» Ainsi les trois relations (1), (2), (3) conviennent aux résultats limites $X = 0$ et $X = \infty$, et dans tous les cas où les accroissements de la dose X accroissent le chiffre de la couleur, le degré de ton et la bruniture. Les constantes a, b, c, n, m sont des nombres qui satisfont aux résultats de l'expérience quand on prend des doses X', X'',... de drogues.

» 3. On peut remplacer les relations hyperboliques qui précèdent par des lois linéaires plus simples, qui donnent, avec une approximation suffisante, les nuances, tons, etc., pour les doses $X = 0$ et $X = x$. Ainsi la loi ci-dessus (1) peut se remplacer par la relation plus simple, et où la variation est constante dès que x est fixé,

$$(4) \qquad \left(A + \frac{B}{c + x} X\right) \text{rouge} = (A + B'X) \text{ rouge}.$$

Cette nuance est celle donnée par la loi (1) quand $X = 0$ et quand $X = x$.

» On transformera de même en lois linéaires les formules (2) et (3) des tons et brunitures.

» Nous allons donner quelques applications, puis nous signalerons quelques relations entre les drogues et les nuances correspondantes qui s'éloignent des formules générales qui précèdent.

» 4. Comme premier exemple de relation entre la couleur et les doses d'agents générateurs, je citerai le *pourpre*, que 10^p de cochenille donnent à 100^p de grosse laine filée, dégraissée à l'ammoniaque, rincée, mordancée dans de l'eau distillée et en vase de verre par un bouillon de deux heures avec A^p d'alun mêlé à t^p de tartre, ou à T^p d'acide tartrique ou à S^p d'acide

sulfurique. Cette laine mordancée, ayant été rincée légèrement à l'eau distillée, puis bouillie avec 10^p de cochenille et de l'eau distillée en vase de verre, a pris la nuance générale

$$(1') \qquad \left(5,5 - 0,1\,A + \frac{16,7}{\frac{5}{S} \text{ ou } \frac{7}{T} \text{ ou } \frac{14}{t} + 1}\right) \text{violet.}$$

» Ce coefficient hyperbolique peut être transformé en linéaire approximative, d'après ce qui a été dit (3), et donner l'expression plus simple, et suffisamment exacte pour la pratique,

$$(4') \qquad \left(5,5 - 0,1\,A + \begin{cases} 1,5S \\ \text{ou } 1,4T \\ \text{ou } 0,7t \end{cases}\right) \text{violet.}$$

» Les relations (1') et (4') donnent exactement les mêmes résultats :

» 1° Pour S ou T ou $t = 0$, alors la nuance est $(5,5 - 0,1\,A)$ violet. J'ai constaté, par diverses expériences concordantes, qu'on avait :

la nuance 4,5 violet avec 10 % alun,
et la nuance 3,5 violet avec 20 % alun.

» 2° Pour $S = 6$, la nuance donnée par (1') et par (4') est

$(5,5 - 0,1\,A + 9)$ violet ou $(14,5 - 0,1\,A)$ violet, ou $(8,5 - 0,1\,A)$ violet rouge, ou $(2,5 - 0,1\,A)$ rouge,

en remarquant que 12 violet = 6 VR = 0 rouge.

» Pour $S = 4$ et $A = 20$, la loi (4') donne la nuance $11\,V = 5\,VR$, et la loi (1') la nuance $10,9\,V = 4,9\,VR$, qui a été en effet donnée par la pratique.

» 3° Pour $T = S$, les nuances données par les deux lois (1') et (4') sont identiques et égales à

$$(12,75 - 0,1\,A) \text{ violet} = (6,75 - 0,1\,A) \text{ VR} = (0,75 - 0,1\,A) \text{ rouge.}$$

Et, en effet,

$T = 5\%$ m'a donné avec $A = 10\%$ la teinte 5,7 VR à 0R,
» » $A = 20\%$ » 5 VR.

» 3° Pour $t = 2\%$, les nuances données par (1') et (4') sont aussi identiques.

» Il est inutile d'insister sur l'utilité, aussi bien pratique que théorique, de cette manière de représenter l'effet des drogues. Les formules linéaires (4) et (4') sont simples, pratiques, faciles à lire, concises et générales ; elles

sont exactes entre des limites très-étendues : ainsi depuis S, dose d'acide sulfurique, = 0 jusqu'à S = 10 %.

» En effet,

la loi (4') pour A = 10 %, S = 10 % donne 1,5 RO ; j'ai trouvé 0 RO ;
» (4') pour A = 25 %, T = 10 % » 5,4 R ; » 4,5 Rouge.

La loi hyperbolique (1') n'est nécessaire que pour les fortes doses d'agents acides. Ainsi, pour S = 100, elle donne 2 RO, et j'ai constaté 1 RO ; pour S = ∞, elle donne 3 RO comme limite.

» Plus de trente résultats d'expériences concordent avec les lois ci-dessus.

» La pratique peut évidemment être aidée par les formules (1'), (4'), puisqu'elles donnent la *mesure de l'action jaunissante* des acides du mordançage.

» En outre, si l'on veut obtenir une *certaine nuance*, le cramoisi amaranthe 2 VR je suppose (nuance employée dans les uniformes), on trouvera dans la formule générale (4') les *proportions relatives* de tous les ingrédients qui la fournissent. Il suffit de poser

$$\left(5,5 - 0,1\,A + \left\{\begin{array}{l} 1,5\,S \\ \text{ou } 1,4\,T \\ \text{ou } 0,7\,t \end{array}\right.\right) \text{violet} = 2\,VR = 8\,\text{violet};$$

ainsi

$$5,5 - 0,1\,A + 1,4\,T = 8 \quad \text{d'où} \quad T = 1,8 + 0,07\,A.$$

» Ainsi il faut :

à 2 % d'alun,	mélanger	1,94 %	d'acide tartrique,
10 %	»	2,5 %	»
20 %	»	3,2 %	»

» Voici les résultats que nous avons obtenus :

5 % d'alun	et	3 % d'acide tartrique	ont donné	3 VR	11 tons,
10 %	»	2 %	»	1 VR	12 »
10 %	»	3 %	»	2,5 VR	11,5 tons,
10 %	»	4 %	»	4,2 VR	12 tons.
20 %	»	3 %	»	0 VR	13 »
20 %	»	4 %	»	1 à 4 VR	12 »

» On voit que la formule (4') donne rigoureusement la moyenne de tous les résultats ; elle constitue une recette complète et exacte pour arriver à l'amaranthe ou à toute autre nuance ; elle indique aussi les doses de tartre (t %) ou acide sulfurique (S %) qui peuvent se substituer à l'acide tar-

trique. Elle montre qu'il faut deux fois plus de tartre que d'acide tartrique pour obtenir les mêmes effets.

» Or 10 °/₀ d'alun et 5 °/₀ de tartre ont donné 2 VR 12 à 13 tons. La formule dit qu'il faut un peu moins d'acide sulfurique que d'acide tartrique, j'ai vu que 20 °/₀ d'alun et 3 °/₀ d'acide sulfurique donnaient 1 VR $\frac{0,5}{10}$ 14 tons.

» 5. Tout ce qui vient d'être dit sur l'amaranthe à la cochenille est relatif à une laine longue peignée, filée, dégraissée par l'ammoniaque, et, malgré des rinçages répétés, *encore légèrement ammoniacale*, car 100^p de cette laine saturaient près de 2^p d'acide sulfurique concentré.

» Or l'apprêt des laines à teindre agit aussi bien que leur grosseur sur la teinte finale. La formule qui relie la couleur aux doses varie donc d'une laine à l'autre.

» Voici, en effet, les formules hyperboliques (1″) et linéaires (4″) que j'ai trouvées pour représenter plus de trente résultats de teinture d'une laine longue, peignée, filée, dégraissée, puis SOUFRÉE et blanchie en restant imprégnée d'acide sulfureux en partie converti en sulfurique :

$$(1'')\qquad \left(6 - 0,1\,A + \frac{18}{\frac{1,5}{S} \text{ ou } \frac{3}{T} \text{ ou } \frac{5}{t} + 1}\right) \text{violet,}$$

ou, approximativement,

$$(4'')\qquad \left(6 - 0,1\,A + \left\{\begin{matrix} 4S \\ \text{ou } 2,2T \\ \text{ou } 1,4t \end{matrix}\right.\right) \text{violet.}$$

» Ainsi la laine soufrée exige proportionnellement 2 à 3 fois moins d'acide ou de tartre que la laine ammoniacale pour donner les mêmes nuances.

» 6. Des mordançages semblables à ceux ci-dessus par A °/₀ alun, *t* °/₀ tartre, ou T °/₀ acide tartrique, ou S °/₀ d'acide sulfurique, suivis de teinture par 20 °/₀ de bois rouge, donnent des formules analogues à celles pour la cochenille et qu'on discuterait de même.

» *a*) Sur laine *ammoniacale :*

$$\frac{20S}{4+S}\text{ rouge,}\quad \text{ou, approximativement,}\quad 2.S.\text{Rouge};$$

$$\frac{20T}{7+T}\text{ rouge,}\quad \text{ou}\quad 1,7T \text{ si la teinture cuit longtemps,}\quad 1,3T \text{ si elle cuit peu.}$$

» *b*) Sur laine *soufrée* :

$$\frac{20\,S}{1+S}\,\text{rouge} = \frac{20\,S^3}{3+S^3}\,\text{rouge},$$

ou, approximativement,

$$\left(2,5 - 0,22\,A + \left\{\begin{array}{l} 5,6\,S \\ \text{ou } 3,4\,T \\ \text{ou } 1,8\,t \end{array}\right.\right)\text{rouge},\quad \text{ou encore}\quad \frac{20\,T}{2+T}\,\text{rouge}.$$

» Plus de trente résultats d'essais faits avec de l'eau distillée confirment ces formules.

» 7. La teinture, par 10 °/₀ de bois de campêche, d'une laine alunée et tartrée ou acidulée, comme ci-dessus, donne les formules de nuances suivantes.

» Sur laine *ammoniacale* :

$$(a)\qquad (-1 + 0,12\,A + 0,4\,T^2)\,BV,$$

ou, plus exactement :

$$\left(-1 + 0,12\,A + \frac{36\,T^3}{136+T^3}\right)\text{bleu violet}.$$

Sur laine soufrée

$$\left(2 + \frac{34}{\frac{2}{t}\ \text{ou}\ \frac{1}{T}\ \text{ou}\ \frac{0,5}{S} + 1}\right)\text{bleu violet},$$

ou, approximativement :

$$(2 + 15\,S \quad \text{ou} \quad 8\,T \quad \text{ou} \quad 5\,t)\ \text{bleu violet}.$$

» Nous ne répéterons pas la discussion qui a été faite à l'égard des formules de l'amaranthe à la cochenille, et nous nous bornerons à faire observer que les formules ci-dessus traduisent exactement les résultats de plus de soixante déterminations expérimentales.

» Remarquons cependant que, s'il n'y a pas d'acide, la laine, légèrement alcaline, prend la teinte

$$(-1 + 0,12\,A)\,BV. \quad [\text{équat. } (a) \text{ ou } T = 0].$$

» Ainsi, pour A très-petit $= \frac{1}{10}$ à $\frac{1}{100}$, on a $(-1\ )\,BV = 5$ bleu,

$A = 1$ °/₀	$(-0,9)\,BV = 5,1$ bleu,
$A = 5$ °/₀	$(-0,4)\,BV = 5,6$ bleu,
$A = 10$ °/₀	$0,2\ BV$,
$A = 20$ °/₀	$1,4\ BV$.

» Tous ces résultats sont conformes à ceux donnés par l'expérience.

» 8. Avant de terminer ce qui concerne les formules de couleurs et d'aborder les formules de tons et des brunitures, disons quelques mots sur la manière de traduire les résultats d'expériences en lois :

» 1° Linéaires $(\alpha + \beta X)$, couleur à variation constante. β par chaque 1 °/₀ de X ;

» 2° Hyperboliques $\left(\alpha + \frac{BX}{C+X}\right)$, couleur à variation de plus en plus décroissante.

» Évidemment, pour obtenir la loi linéaire, il suffit de faire une série d'essais avec 0 °/₀, 1 °/₀, 2 °/₀, 3 °/₀,... de la drogue essayée, et de déterminer la variation moyenne β que subit la nuance à chaque 1 °/₀ de l'agent ajouté.

» La constante initiale α rapporte à α couleur, chiffre de l'Atlas chromatique de M. Chevreul, la teinte produite par l'emploi d'une dose très-faible $\left(\frac{1}{1000} = \frac{1}{100}\right)$ mais non nulle de la drogue; la loi linéaire admettant une décroissance régulière de $A = 2$ °/₀ à $A = 1$ °/₀, et $A = 0$ °/₀. Or il peut se faire que, poussée à cette limite $A = 0$, la teinte fournie par de la laine pure, par exemple, n'offre aucun rapport avec celle fournie par $\frac{1}{1000}$ d'alun, ou d'un mordant quelconque.

» Nous avons dit (2) les motifs qui font admettre les lois hyperboliques, montrant que la nuance tend vers une limite (asymptote) qu'elle n'atteint que pour une dose infinie de la drogue; nous avons dit que, pour arriver à ces lois, il fallait déterminer les nuances limites (pour dose $= 0$, et $= \infty$), et nous avons montré la liaison de ces lois hyperboliques avec les lois linéaires.

» 9. Nous terminons ce qui concerne les formules des nuances en indiquant que nous avons obtenu des lois hyperboliques (accompagnées de lois linéaires plus simples) pour relier les nuances générales fournies par les diverses matières colorantes aux doses de mordants stanneux, stanniques, ferreux, ferriques, cuivriques, etc.

» On conçoit l'utilité de ces lois concises, établies sur une foule d'expériences, pour exposer la science de la teinture et faire saisir l'étendue de l'action de chaque drogue et de ses doses.

» La théorie trouvera ainsi des chiffres exacts, exprimant la moyenne de résultats nombreux pour baser ses hypothèses sur les causes des phénomènes si complexes de la teinture.

» Enfin la simple superposition de toutes les formules ou nuances géné-

rales et la comparaison de leurs coefficients montreront, avec ordre et simplicité, l'influence relative de tous les agents.

» **10.** L'étude de l'*absorption* des agents chimiques par la laine α pourra aussi être puissamment éclairée par les formules des nuances. Il suffira de mordancer dans les bains résidus, puis de teindre et de déterminer la nuance générale obtenue.

» La comparaison de cette nuance avec celle que fournissait le bain primitif de mordant montrera la modification qu'il a subie après le mordançage. J'ai, par exemple, trouvé que 100^p de laine filée ammoniacale, mordancée au bouillon pendant deux heures avec 10 °/₀ d'alun et T °/₀ d'acide tartrique, prenait dans un bain de 20 °/₀ de bois rouge

$$1,2\text{T rouge},\quad (12 - \text{T})^{\text{tons}},\quad \frac{0^{\text{noir}},3(\text{T}-1)^{\frac{2}{2}}}{10};$$

tandis que 100^p d'une même laine mordancée dans les bains résidus, puis teinte par 20 °/₀ de bois rouge, prenait

$$0,8\text{T rouge},\quad (12 - 0,5\text{T})^{\text{tons}},\quad \frac{0^{\text{noir}},3(\text{T}-3)^{\frac{2}{2}}}{10}.$$

Il semble donc qu'il restait de $\frac{8}{12}$ à $\frac{5}{10}$ d'acide tartrique dans le bain.

» Nous n'insisterons pas sur ce point, dont il nous suffit d'indiquer l'importance.

» **11.** *Lois des tons.* — Nous avons dit (3) que, quand les accroissements d'une drogue depuis zéro jusqu'à l'infini *accroissaient régulièrement le ton* depuis T jusqu'à 21 (limite fixée par M. Chevreul), le ton correspondant à la dose X était

$$\text{T} + \frac{(21 - \text{T})\,\text{X}^n}{a + \text{X}^n}.$$

» Nous prendrons comme exemple d'une telle liaison entre les tons et les doses la série des tons 1 à 20 de bleu de Prusse sur soie obtenue par M. Chevreul, en employant X centimètres cubes de liqueur normale ferrique.

» On verra avec quelle rigueur les chiffres trouvés expérimentalement concordent avec la loi suivante :

$$t = \frac{67,2.\text{F}^{\frac{2}{3}}}{1 + 3,2.\text{F}^{\frac{2}{3}}} = \frac{21 \times 3,2.\text{F}^{\frac{2}{3}}}{1 + 3,2.\text{F}^{\frac{2}{3}}},\quad t = \frac{\text{F}}{1+\text{F}},\quad \text{d'où}\quad \text{F} = \left(\frac{t}{21 - t}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0^{\text{cc}},175,$$

où t donne le ton de la teinte obtenue sur 1 gramme de soie bleuie

ensuite par $0^{gr},05$ de cyanure jaune mêlé à $\frac{1}{2}$ centimètre cube d'acide chlorhydrique.

» F le nombre de centimètres cubes d'une solution de 50 grammes de sulfate ferrique dans 1000 centimètres cubes.

» L'expression $F^{\frac{2}{3}}$ montre que les doses de liqueur ferrique en dessous de 1^{CA} agissent plus énergiquement que ne l'indique la simple proportionnalité, et qu'au delà de 1^{CA} elles augmentent de moins en moins le ton. (La formule $t = \frac{140F}{1+7F}$ ne convient que pour t compris entre 8 tons et 17 tons, et pour les limites $t = 0$ et $t = 20$ que M. Chevreul a fixées; entre 0 et 8 tons les nombres calculés seraient trop petits.) Observons que l'exactitude, qui caractérise les recherches de M. Chevreul, était indispensable pour fixer la loi des tons en fonction du sulfate ferrique avec la précision donnée par la formule obtenue.

Tons.	F centimètres cubes de liqueur ferrique	
	observés par M. Chevreul (*).	calculés par la loi $F = 0^{CA}.175 \sqrt{\left(\frac{t}{21-t}\right)^3}$.
0	0^{cc}	0
1	0,005	0,0025
2	0,0075	0,006
3	0,01	0,0118
4	0,015	0,0199
5	0,025	0,0305
6	0,043	0,044
7	0,058	0,061
8	0,07	0,085
9	0,1	0,1[illegible]4
10	0,14	0,151
11	0,2	0,205
12	0,25	0,268
13	0,35	0,362
14	0,5	0,495
15	0,7	0,690
16	0,86	1,000
17	1,5	1,52
18	2,5 après $1\frac{1}{2}$ heure	2,56
19	3,7 —	5,12 après 1 heure.
20	5 après 2 heures	15,0 apres 1 heure.
21	dose infinie.	∞

(*) 10e Mémoire sur la teinture, lu à l'Académie le 19 mai 1826.

» La concordance est si saisissante, qu'on conçoit que les échelles chromatiques sont des *échelles naturelles* rigoureusement d'accord avec les séries mathématiques (*).

» 12. Des lois linéaires peuvent, entre des limites déterminées, représenter avec une approximation suffisante les lois hyperboliques de l'accroissement de ton. Alors on peut passer de l'une à l'autre de ces lois, à l'aide de ce qui a été dit des lois des nuances.

» Je citerai comme exemple d'une loi linéaire de tons la série des teintures par le bois rouge (de Fernambouc) de 100^p de grosse laine peignée, filée, ammoniacale. La teinte hausse en moyenne de 1 ton quand, au mordançage, on augmente de 6 à 7 °/₀ la dose d'alun; elle baisse, au contraire, de 1 ton à chaque addition de $1\frac{1}{2}$ °/₀ d'acide sulfurique, ou de 1 °/₀ d'acide tartrique, ou de 2 °/₀ de tartre.

» Le ton général est donc formulé comme suit :

$$10^t,5 + 0^t,15\text{A} - \left\{\begin{array}{l} \quad 1^t,5\text{S}, \\ \text{ou } 1^t\text{T}, \\ \text{ou } 0^t,5t. \end{array}\right.$$

» De même 10^p de cochenille donnent à 100^p de laine soufrée

$$12^t + 0,1\text{A} - (1,2\text{S ou } 0,8\text{T ou } 0,4t);$$

chaque 10 °/₀ d'alun ajoute 1 ton, et chaque 1 °/₀ d'acide abaisse de 1 ton.

» 13. On observe souvent que les tons vont d'abord en croissant à mesure que la dose d'un agent A augmente, qu'ils atteignent un ton t maximum pour une certaine dose M, puis qu'ils décroissent progressivement au delà de cette dose.

» Ce maximum peut être exprimé approximativement d'une manière linéaire par

$$t - a(\mp \text{A} \pm \text{M}) \quad \text{ou par} \quad t - a(\text{A} - \text{M})^{\frac{2}{2}};$$

on sait que

$$\sqrt{(\text{A} - \text{M})^2} = \sqrt{(\text{M} - \text{A})^2} = (\text{A} - \text{M})^{\frac{2}{2}},$$

t devient la valeur maxima quand il n'est pas diminué, c'est-à-dire quand $\text{A} = \text{M}$, il diminue quand A diffère de M.

» Nous citerons, comme exemple, la série des tons du pourpre ama-

(*) Cette conclusion est aussi celle à laquelle l'expérience vient de conduire M. Plateau. (*Voir* les *Comptes rendus* du 16 septembre, p. 678.)

ranthe par la cochenille sur laine ammoniacale alunée (A °/₀) et tartrée (t^0) ou acidulée. Le ton est très-pâle quand la proportion d'alun est faible, il va en augmentant à mesure que grandit la dose d'alun, et il nous a semblé que le ton 15 maximum était atteint avec 10°/₀ de cochenille quand la dose d'alun atteignait 20°/₀.

» Une petite quantité d'acide ne paraît pas nuire au ton, il semble même que l'intensité est maxima avec 2°/₀ d'acide sulfurique (dose qui neutralise complétement la laine), ou avec 2,5°/₀ d'acide tartrique ou avec 5°/₀ de tartre.

» Au delà de ces doses d'acides on voit la nuance jaunir de plus en plus, ce qui donne à la teinte une apparence plus pâle, et finit par l'abaisser jusqu'au ton 10 de l'Atlas chromatique.

» Le ton général peut donc être formulé comme il suit :

$$15^t - 0^t,3(A-20)^{\frac{2}{2}} - \left\{\begin{array}{l} 0,\ 4(S-2)^{\frac{2}{2}} \\ \text{ou } 0,\ 3(T-2,5)^{\frac{2}{2}} \\ \text{ou } 0,15(t-5)^{\frac{2}{2}} \end{array}\right.$$

» **14.** Il peut aussi arriver qu'un ingrédient à très-petite dose fournisse un ton élevé, puis qu'en grandissant il l'abaisse de plus en plus jusqu'à un ton minimum, lorsque A, la dose d'ingrédient, égale m ; enfin, au delà de cette dose, le ton se relève peu à peu.

» Un exemple intéressant d'un tel affaiblissement, suivi d'un renforcement, se présente avec le campêche sur laine alunée (A°/₀).

» Le ton général serait, quand on emploie 10°/₀ de campêche,

$$11^t + 0,2(A-10)^{\frac{2}{2}}.$$

» Cette formule indique un minimum de ton pour 10°/₀ d'alun, un premier maximum quand A est très-faible (il se fixerait un maximum d'alumine quand A $= \frac{1}{2}$ à 1°/₀, ce qui donne des nuances bleues ternes). Un second maximum s'obtient quand A dépasse 20 à 25°/₀, ce qui fixe beaucoup d'alun.

» Ainsi la formule indique le minimum quand 10 = A; alors 11^t n'est augmenté de rien.

» **15.** Les brunitures $\frac{0}{10}, \frac{1}{10}, \frac{2}{10} \ldots \frac{10}{10}$ de noir sont reliées aux agents de teinture par des formules générales exposées (2 et 3). Nous n'insisterons pas sur ces lois, qui sont analogues à celles discutées ci-dessus. Il nous suffira de signaler que de longues séries d'essais faits avec les bois bleu,

rouge, jaune, le cachou, etc., sur laine diversement mordancée, ou pour les teintures soumises ultérieurement à des mordants oxydants, m'ont toujours montré une variation régulière de la brunitore quand un des agents variait régulièrement, et que des fonctions hyperboliques ou linéaires pouvaient toujours relier la bruniture aux doses d'ingrédients, à la durée et à la température.

» 16. *Conclusions sur les formules des nuances.* — Grâce à l'atlas chromatique constitué par M. Chevreul, il est devenu possible d'exprimer mathématiquement les effets de la variation de chacun des agents de teinture.

» L'action spéciale de chaque circonstance sur la teinture finale pourra ainsi s'exprimer par des mesures rigoureuses.

» D'ailleurs les formules des nuances donnent une grande exactitude aux conclusions qui en découlent, puisqu'elles ne se basent pas sur une nuance isolée, accidentelle peut-être, mais qu'elles sont l'expression de la moyenne d'un grand nombre de résultats qui se contrôlent l'un l'autre.

» La classification chromatique des échantillons de teintures multipliées conduit aux formules de nuances en indiquant la variation moyenne de la nuance par chaque 1 % d'agent employé.

» Enfin la détermination des nuances extrêmes données par des doses très-faibles et par des doses très-fortes d'agents donnera les limites pour les formules hyperboliques des nuances.

» Les phénomènes de teintures ainsi interprétés par un ensemble de formules permettront à la théorie de poser des conclusions rigoureuses, puisque des faits mesurés exactement peuvent seuls servir de guide.

» La superposition des formules et la comparaison des coefficients suffira d'ailleurs pour donner la mesure de l'influence de chaque drogue, quelque interprétation que l'on donne pour motiver cette influence.

» Les praticiens trouveront dans les formules des nuances de vraies recettes, qui leur indiqueront les proportions relatives d'ingrédients à employer dans chaque cas pour obtenir une nuance donnée quelconque. »

PHYSIOLOGIE. — *Des allures du cheval, étudiées par la méthode graphique.* Note de **M. E.-J. Marey.**

« *Expériences sur l'allure du trot.* — Tous les auteurs s'accordent pour choisir comme type du trot franc l'allure où les quatre pieds ne font entendre que deux battues, et où le sol est frappé tour à tour par les deux bipèdes diagonaux. On admet aussi que le trot est une allure *loin de terre*,

et que, dans l'intervalle de deux battues successives, l'animal est un instant suspendu au-dessus du sol.

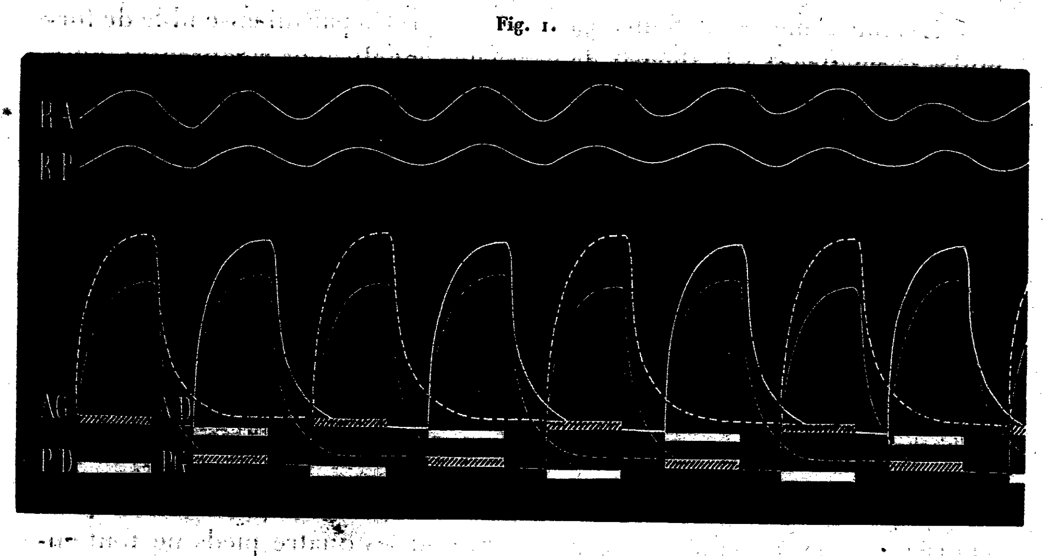
» Mais le désaccord commence lorsqu'il s'agit d'apprécier la durée de cette suspension; ainsi, pour M. Bouley, elle est très-courte par rapport à la durée de l'appui, tandis que, pour M. Raabe, c'est l'appui qui serait très-court, de sorte que le cheval qui trotte serait plus longtemps en l'air que sur le sol.

» La méthode graphique est éminemment propre à juger de pareilles questions et même à renseigner sur d'autres points importants de la théorie du trot. Ainsi l'un des caractères importants de cette allure est la dureté des réactions qui l'accompagnent et qui la rendent si fatigante pour le cavalier. Il sera sans doute utile d'estimer avec exactitude l'intensité et la durée de ces mouvements, afin de mieux connaître les conditions qui les modifient.

» Si la définition qu'on vient de lire s'applique au trot franc, il est un grand nombre de cas où l'allure est dite *décousue*, et dans lesquels l'oreille constate un dédoublement des battues, sans qu'on puisse toujours discerner quel est le pied de chaque bipède diagonal qui prend terre le premier.

» Enfin le trot sert de transition entre l'allure du pas et celle du galop. Comment se fait ce passage et à quel instant une allure a-t-elle remplacé l'autre? Tels sont les points que j'ai essayé de déterminer.

Fig. 1.



» Un cheval de selle monté par M. Pellier m'a donné les tracés représentés *fig.* 1.

» La ligne supérieure RA est formée par la courbe des réactions de l'*avant-main;* un des appareils explorateurs mentionnés dans la précédente Note avait été placé sur le pommeau de la selle pour recueillir ces mouvements. — La seconde ligne RP indique les réactions de l'*arrière-main*, l'explorateur avait été placé sur la croupe. — Enfin, dans le bas de la figure se trouvent les courbes des *appuis et lever* des quatre pieds avec la *notation* correspondante.

» Il est inutile, je pense, de revenir avec détails sur la signification de chacune de ces courbes; elles montrent que la première battue est formée par les pieds diagonaux AG (antérieur gauche) et PD (postérieur droit). La seconde battue est produite par le bipède diagonal AD et PG. Le synchronisme des battues des deux pieds est parfait pour chaque bipède diagonal; on verra tout à l'heure qu'il n'en est pas ainsi dans le cas où le trot est moins franchement établi.

» Dans la notation du rhythme de ces battues, je me suis servi de traits blancs pour les pieds droits et de traits teintés de hachures pour les pieds gauches. Ces traits, devant représenter la durée des appuis, ont leurs débuts aux points où s'élève la courbe de chacun des pieds et leurs fins verticalement située au-dessous du point où chacune de ces courbes s'abaisse.

» Avec cette disposition, on peut estimer facilement les durées relatives des appuis et des suspensions; on voit alors que les appuis sont environ deux fois plus longs que les temps pendant lesquels le corps est suspendu au-dessus du sol.

» Toutefois, certains chevaux attelés m'ont fourni des tracés dans lesquels la phase de suspension était à peine visible; de sorte que cette forme du trot se rattachait aux allures *près de terre*, ne gardant du type franc que le synchronisme parfait des battues diagonales. Je n'ai pu encore étudier les trotteurs rapides; chez eux peut-être verra-t-on, par une tendance inverse, le temps de suspension s'accroître aux dépens de la durée des appuis.

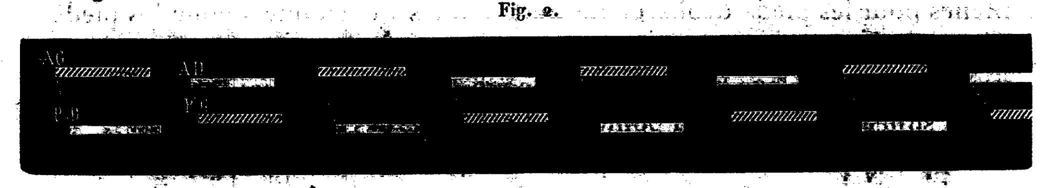
» Si l'on cherche à apprécier les rapports qui existent entre les réactions et les mouvements des membres, on voit que le moment où le corps de l'animal est au bas de son oscillation verticale coïncide précisément avec celui où les pieds ne touchent pas le sol. Ainsi le temps de suspension ne tient pas à ce que le corps du cheval est projeté en l'air, mais à ce que les jambes sont fléchies toutes quatre pendant ce court instant. Le maximum de hauteur du soulèvement du corps correspond, au contraire, à la fin de l'appui des membres; il semble, d'après les tracés (*fig.* 1), que le soulève-

ment du corps ne commence qu'un peu après chaque double battue, et qu'il continue pendant toute la durée de l'appui.

» Enfin on peut voir aussi dans cette figure que les réactions de l'avant-main sont plus considérables que celles de l'arrière-main. Ce fait m'a paru constant; du reste, l'inégalité des réactions est plus marquée encore dans l'allure du pas où, presque toujours, l'appareil placé sur le garrot traduit des réactions appréciables, tandis que l'appareil de la croupe n'indique presque pas de mouvements.

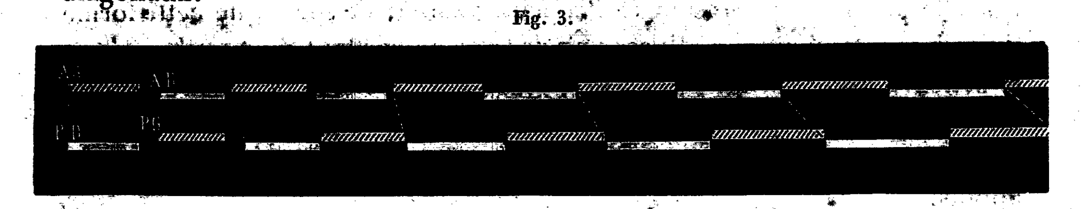
» Le *trot décousu* s'est rencontré dans plusieurs de mes expériences. Tantôt cette allure était soutenue, et alors le défaut de synchronisme portait, soit sur les battues des deux bipèdes diagonaux, soit sur un bipède seulement; tantôt, au contraire, le trot n'était décousu que pendant un instant, au moment du passage d'une allure à une autre. Dans tous les cas que j'ai observés jusqu'ici, le défaut de synchronisme tenait à ce que le membre postérieur était en retard sur l'antérieur qui lui correspond en diagonale.

Fig. 2.



» La *fig.* 2 représente la notation d'un *trot décousu* dans lequel les battues diagonales sont assez éloignées l'une de l'autre. On peut juger par l'obliquité de la ligne ponctuée qui réunit entre elles les battues des bipèdes diagonaux.

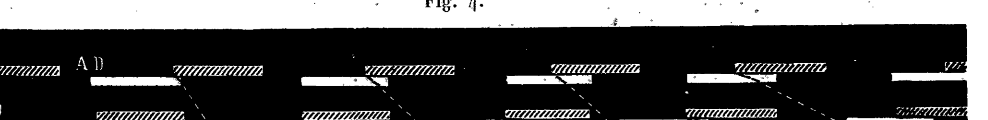
Fig. 3.



» La *fig.* 3 représente la transition du trot au pas. On voit d'abord que le trot est franc et que la ligne ponctuée qui réunit les battues du bipède diagonal gauche AG, PD, est verticale. Mais peu à peu cette verticalité disparaît, et l'obliquité de la ligne ponctuée indique un retard toujours croissant de la battue postérieure. Le passage du trot au pas se fait sans transition brusque, par la diminution du temps de suspension, l'augmentation de durée des appuis et le retard des battues postérieures.

» La *fig.* 4 est la notation du passage du trot au galop. On voit, dès le début de la figure, que le trot est un peu décousu; la ligne ponctuée, qui réunit les battues diagonales gauches AG, PD, est déjà un peu oblique et accuse un léger retard du pied postérieur. Cette obliquité va toujours en

Fig. 4.



augmentant, mais pour le bipède diagonal gauche seulement; le bipède diagonal droit AD, PG reste uni, même après l'établissement du galop. La transition du trot au galop se fait non-seulement par le retard du pied postérieur, mais par l'avance du pied antérieur, de sorte que les deux battues diagonales, qui dans le trot étaient synchrones, laissent entre elles le plus grand intervalle, celui qui dans le *galop de chasse* constitue le grand silence.

» Dans une prochaine Note j'exposerai le résultat de mes expériences sur l'allure du galop. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir que possèdent plusieurs substances, d'arrêter la putréfaction et le développement de la vie protoplasmique;* Note de **M. Crace-Calvert** (1).

(Commissaires : MM. Dumas, Cl. Bernard, Pasteur, Trécul.)

« Cette série d'expériences a été entreprise comme complément de celles que j'ai décrites dans mes Mémoires précédents. Elle consiste à ajouter, à une solution d'albumine contenant des animalcules microscopiques, 1 millième des substances qui y sont indiquées, et à examiner les résultats produits, d'abord immédiatement après cette addition, et ensuite après un, six ou seize jours; mais, dans ce résumé, je ne décrirai que les résultats du commencement et de la fin de l'expérience.

» Les expériences ont commencé le 20 septembre 1871. Les solutions ont été maintenues à la température de 15 à 18 degrés. Dans la solution type, le nombre des vibrions et la putréfaction ont augmenté graduellement pendant toute la durée des expériences.

---

(1) Cette Note était parvenue à l'Académie avant la séance du lundi 28 octobre.

» La première classe des corps que j'ai essayés comprend les composés qui détruisent immédiatement le mouvement des vibrions, et préviennent leur réapparition pendant toute la durée de l'expérience :

» Acide crésylique.

» La deuxième classe contient les composés qui détruisent presque entièrement les vibrions; je dis presque entièrement, car il en reste encore [redacted] presque totalité des vibrions au moment de leur addition au liquide, mais dans lesquelles le nombre des vibrions augmente ensuite graduellement pendant la durée de l'expérience; cependant, le liquide, après seize jours, en contient moins que la solution d'albumine type :

» Sulfophénate de zinc, acide picrique.

» La quatrième classe comprend les substances qui, au commencement, détruisent la vie, mais qui ne préviennent pas le développement des vibrions et qu'en contiennent, le seizième jour, autant que la solution type :

» Chlorure d'aluminium, acide sulfureux, acide prussique.

» La cinquième classe est composée des substances qui, au commencement, détruisent une grande partie des vibrions, mais qui en favorisent ensuite le développement; de sorte que le nombre des vibrions, après l'expérience, est plns considérable que dans la solution d'albumine type :

» Hypochlorite de chaux, bichlorure de mercure, chlore en dissolution, soude caustique, acide acétique, acide nitrique, sulfate de fer, sulfophénate de potasse, sulfophénate de soude.

» La sixième classe comprend les substances qui n'ont pas d'action sur les animalcules, soit au commencement, soit pendant les seize jours de l'expérience :

» Acide arsénieux, chlorure de sodium, chlorure de calcium, chlorate de potasse, sulfate de chaux, bisulfite de chaux, hyposulfite de soude, phosphate de chaux, essence de térébenthine, poivre.

» La septième classe comprend les substances qui favorisent la production d'animalcules et qui facilitent la putréfaction :

» Chaux, charbon de bois, permanganate de potasse, phosphate de soude, ammoniaque.

» Il est assez remarquable que l'acide phénique, qui prévient complétement la formation des vibrions, ne les détruit pas complétement lorsqu'ils

sont formés. L'acide sulfurique, qui ne prévient en aucune manière le développement des vibrions, paraît les détruire presque entièrement lorsqu'ils sont déjà formés.

» Le sulfophénate de zinc, non-seulement ne détruit pas les vibrions, mais permet leur reproduction.

» Le bichlorure de mercure ne détruit qu'une partie des vibrions et favorise même le développement des autres, tandis qu'il empêche complétement leur formation. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur les propriétés fébrifuges et antipériodiques des feuilles du Laurier d'Apollon* (Laurus nobilis). Note de **M. A. Doran** (1).

» J'ai l'honneur de signaler à l'Académie les propriétés fébrifuges et antipériodiques du Laurier d'Apollon (*Laurus nobilis*).

Mode de préparation. — Je dessèche les feuilles vertes sur le feu, à une douce chaleur, dans un brûloir à café clos (pour éviter la déperdition des matières volatiles), jusqu'à ce qu'elles soient devenues cassantes, mais sans leur faire subir d'altération. Je les pile et les réduis en poudre assez fine.

Mode d'administration. — Je fais macérer dans un verre d'eau froide, durant dix ou douze heures, 1 gramme de ma poudre : deux heures avant l'heure présumée de l'accès, je fais prendre au malade le liquide et la poudre.

Aucun effet anormal ne se produit, l'accès ne paraît le plus souvent pas dès l'absorption du premier paquet. Je ne fais suivre aucun traitement, aucun régime durant les bons jours. Je répète cette médication trois fois de suite.

» *Résultats.* — Je n'ai pas eu un insuccès dans les cas de fièvre quotidienne ou tierce, même dans ceux qui étaient rebelles à l'action du sulfate de quinine; j'ai la conviction que, si mon remède avait été administré de la même façon dans les fièvres quartes, il aurait produit les mêmes effets.

Pièces à l'appui.

	Cas.	Guérisons.	Insuccès.
M. le Dr Scelles de Montdegert (Carentan).....	12	10	2
M. le Dr Letoizé (Saint-Lô)................	3	2	1
M. Joseph Lafosse (Saint-Côme-du-Mont).....	10	7	3
M. Yver Léon (Vierville)...................	7	7	0
M. le Dr Alibert (Saint-Lô).................	2	2	0
	34	28	6

(1) Cette Note de M. *Doran* et les deux suivantes de M. *Ferrière* et de M. *Picot* sont parvenues successivement au Secrétariat pendant la semaine qui vient de s'écouler, et dans l'ordre où elles sont ici placées.

» Les six cas d'insuccès sont tous relatifs à des fièvres quartes. — On attend les résultats de dix-huit cas nouveaux.

» En présence des résultats obtenus, j'espère que l'Académie voudra que les expérimentations soient continuées et s'y associer. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur les causes de fièvres intermittentes et les moyens de les combattre;* Note de **M. E. Ferrière.**

« Dans sa Note relative au pouvoir que possèdent certaines substances, entre autres l'acide phénique et le sulfate de quinine, sur le développement des moisissures, M. F. Crace-Calvert tire de ses expériences une conséquence très-importante au point de vue de la cause des fièvres intermittentes, et, partant, des moyens de les combattre. Il me semble qu'il ne serait pas sans utilité que cette déduction reçût l'appui de travaux antérieurs et de faits presque tombés dans l'oubli.

» D'observations et d'études faites dans les vallées marécageuses de l'Ohio et du Mississipi par M. J.-H. Salisbury, professeur à l'École de Médecine de Cleveland (Ohio), il résulte que les maladies des marais (malarious) sont dues à des cellules d'un genre d'algues (algoid) ressemblant fortement aux *palmellæ*.

« Aussi loin, dit-il, que j'ai poussé mes recherches (et elles ont été très-étendues), je n'ai jamais observé un cas de fièvre intermittente dans un endroit où je ne puisse trouver ces petites plantes.

» Réciproquement, je n'ai jamais constaté la présence de ces plantes dans un lieu habité, sans que les fièvres intermittentes ne se soient développées; et cela, en proportion de la vigueur et de l'étendue de cette végétation. »

» En examinant au microscope l'urine rendue, soit dans la période algide de la fièvre, soit pendant le stade de sueur, soit dans l'intervalle des accès, M. Salisbury a constaté ce fait que des plantes à fièvre, identiques à celles qui croissent dans les terrains malsains, se développent constamment dans l'organisme du malade atteint de fièvre intermittente.

» Les spores cryptogamiques restent suspendues dans les exhalaisons brumeuses de la terre après le coucher du soleil; elles disparaissent après le lever du soleil. Pendant le jour, l'air des districts fiévreux ne contient pas une seule de ces spores et ne renferme aucune des causes qui donnent naissance aux accès fébriles. C'est exactement ce qui se passe dans la Campagne romaine : les paysans soucieux d'échapper à la *malaria* rentrent, le soir, à la ville.

» Non-seulement le savant médecin américain a observé les causes des fièvres intermittentes et leurs conditions de développement, mais il a pu faire naître à volonté la fièvre intermittente; il l'a semée à son gré dans des pays qui ne l'avaient jamais connue. Après avoir rempli quelques boîtes d'une terre recouverte de *palmellæ*, M. Salisbury les a emportées dans un district élevé, montagneux, où *jamais* on n'avait observé un seul accès de fièvre intermittente. Là il lui a suffi d'ouvrir ces boîtes dans une chambre située au deuxième étage, pour que deux jeunes gens qui y couchaient fussent atteints d'une fièvre au type tierce, au bout de douze à quatorze jours. Quatre membres de la même famille, qui couchaient à l'étage inférieur de la maison, n'éprouvèrent pas le moindre accident. Cette expérience répétée dans un autre endroit donna le même résultat.

» Quant à l'action de la quinine, l'opinion de M. Salisbury est conforme aux expériences de M. Calvert :

« La quinine, dit-il, agit en tonifiant l'économie et *en arrêtant le développement cryptogamique*, jusqu'à ce que la nature, aidée des moyens médicaux destinés à exciter les sécrétions, soit capable d'éliminer le poison fébrile.

» En 1869, séance du 25 janvier, une Note de M. Calvert a fait connaître à l'Académie les heureux résultats qu'avaient obtenus, à l'île Maurice, MM. Barraut et Jessier, en employant l'acide phénique pour combattre une épidémie de fièvre intermittente. Là où le sulfate de quinine avait été impuissant, l'acide phénique avait triomphé : d'où MM. Barraut et Jessier concluaient que les fièvres intermittentes sont dues à la présence, dans le sang, de ferments microscopiques, végétaux ou animaux.

» Dans la même Note, M. Calvert signalait aussi une épidémie meurtrière de fièvre typhoïde, dans un village du comté d'Essex, laquelle aurait disparu après qu'on eut désinfecté, au moyen d'acide phénique, les égouts, les fosses d'aisances, les cours, les passages, etc.

» Enfin, dans la séance du 11 octobre 1869, M. Gaube adressait une Note sur l'emploi de la créosote dans le traitement de la fièvre typhoïde. Les observations de l'auteur le conduisaient à conclure que la créosote guérit onze fois sur douze et supprime presque complétement la convalescence.

» En comparant ces faits, provenant de sources si diverses, avec les expériences de M. Calvert, relatives : 1° à l'action de l'acide phénique sur les vibrions et sur les moisissures; 2° à celle du sulfate de quinine sur les moisissures seules, on est frappé de leur étroite concordance. L'étiologie des fièvres intermittentes et même typhoïdes en reçoit une vive lumière, tandis

que la thérapeutique peut y puiser quelques moyens de médication, non moins puissants que rationnels. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés antifermentescibles du silicate de soude.* Note de M. Picot.

« Après MM. Rabuteau et F. Papillon, qui, dans une Note présentée le 30 septembre, ont appelé l'attention sur les propriétés antifermentescibles du silicate de soude, j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résultat de recherches que j'ai faites dans le même sens. Mes expériences sont loin d'être terminées, puisque je n'ai encore étudié l'action de ce sel ni sur les fermentations à ferments solubles, ni sur les fermentations (physiologiques, pathologiques ou expérimentales) qui se produisent au sein de l'organisme vivant. Cependant je crois utile de signaler les résultats que j'ai déjà obtenus, la question des fermentations étant une des plus importantes de la Biologie.

» Mes recherches ont porté sur la fermentation alcoolique directe et indirecte, sur la fermentation lactique et sur la fermentation putride en dehors de l'organisme.

A. — Fermentation alcoolique directe.

» 1° *Glucose et levûre de bière.* — Dans 50 centimètres cubes d'une solution de glucose au $\frac{1}{10}$, on introduit des doses successives de silicate de soude, en procédant de 5 centigrammes jusqu'à 1^{gr}, 50 et élevant chaque fois de 5 centigrammes; on ajoute 5 grammes de levûre. La fermentation se produit jusqu'à la dose de 80 centigrammes de silicate, mais elle est retardée de plus en plus et parallèlement aux doses employées, de telle sorte que, dans une fermentation type où elle s'était produite après vingt-cinq minutes, on ne la voit plus se montrer, dans celles qui ont reçu du silicate, que trente-cinq, quarante, cinquante-cinq, quatre-vingts minutes, cinq heures après le début de l'expérience. Au-dessus de 80 centigrammes, la fermentation ne s'est pas produite, même après quatre jours entiers. La température ambiante était de [illegible] degrés.

» 2° *Moût de raisin.* — Dans 50 centimètres cubes de moût de raisin, on introduit, par doses successives de 5 centigrammes en 5 centigrammes, du silicate de soude jusqu'à la dose de 20 centigrammes. L'expérience type sans silicate commence trois jours après; dans les autres, elle ne se montre que trois jours et demi, quatre jours et cinq jours après.

» Donc, comme pour le glucose, la fermentation du moût a été retardée d'une quantité de temps qui paraît en rapport avec la dose de silicate employée.

B. — Fermentation alcoolique indirecte.

» 1° *Sucre de canne.* — En procédant de la même manière, j'ai obtenu le même retard dans la fermentation du sucre de canne; mes expériences ne sont pas encore allées jusqu'à la dose suffisante pour empêcher complétement la fermentation.

» 2° *Sucre de lait.* — Cinq expériences furent faites sur le sucre de lait dissous dans l'eau au $\frac{1}{5}$. Les solutions furent additionnées de 5, 10, 15, 20 centigrammes de silicate et de 5 grammes de levûre, puis exposées à une température à peu près constante de 40 degrés. La fermentation se montra, mais après un temps de plus en plus long, suivant la dose de silicate. Cependant, après deux jours et demi, la solution qui a reçu 20 centigrammes n'a pas encore fermenté.

C. — FERMENTATION LACTIQUE.

» Dans cinq fioles, on place 50 centimètres cubes de lait; l'une reste telle quelle, les autres sont additionnées de 5, 10, 15, 20 centigrammes de silicate. Au bout de trois jours, le n° 1 colore en rouge le papier de tournesol, et les autres ne donnent pas de réaction acide. Après cinq jours, on constate des colorations graduées du papier réactif, en rapport avec la dose de silicate employée. Dans l'expérience contenant 20 centigrammes, il n'y a encore aucune réaction.

D. — FERMENTATION PUTRIDE.

» C'est ici surtout que les résultats m'ont semblé le plus frappants, et je les signale plus particulièrement à cause de leur importance pathologique.

» Dans 50 centimètres cubes d'eau je broie 20 grammes de viande fraîche, et je prépare ainsi cinq dilutions semblables, étiquetées des n°s 1, 2, 3, 4, 5.

» Le n° 1 est laissé tel quel; le 2e reçoit 5 centigrammes de silicate; le 3e, 10 centigrammes; le 4e, 15 centigrammes; le 5e, 20 centigrammes. La température ambiante est de 14 degrés. Les expériences commencent le 21 octobre, à 4 heures du soir; le 24, à la même heure, dans la dilution n° 1, qui exhale une odeur de putréfaction assez prononcée, on trouve une masse énorme d'infusoires de la putréfaction : ce sont des points mobiles arrondis, mesurant 1 millimètre, puis de petits bâtonnets mesurant 4 millimètres de longueur. Tous ces animalcules exécutent des mouvements propres, mais ne progressent qu'avec lenteur, en raison de leur nombre considérable, dans le liquide. Dans la dilution n° 2, on trouve les mêmes infusoires, mais en quantité de beaucoup moins considérable, puisqu'on n'en rencontre guère qu'une vingtaine dans le champ du microscope, qui en était couvert dans l'expérience précédente. Dans les dilutions 3, 4 et 5, il n'existe encore rien, que quelques granulations moléculaires. Le 25 et le 26, l'état des expériences 3, 4 et 5 est resté le même; aucune odeur ne s'y est développée, et l'on ne constate la présence d'aucun animalcule de putréfaction. »

» L'importance de ces résultats sur la fermentation putride me semble considérable, surtout si l'on tient compte de la dose minime de silicate qui jusqu'ici a arrêté la putréfaction, puisque, dans l'expérience 3, où rien ne s'est produit, il n'y a que 10 centigrammes du sel en question.

» Ces expériences que j'ai relatées ne sont que le prélude d'autres plus complètes que j'aurai l'honneur de transmettre ultérieurement à l'Académie. Elles viennent à l'appui des travaux de M. Dumas et des faits rapportés par MM. Rabuteau et Fernand Papillon. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur le* capreolus *du* Zonites Algirus. Note de M. E. DUBRUEIL, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans notre étude anatomique et historique sur l'appareil générateur du genre *Helix*, nous avons signalé la présence d'un spermatophore chez le *Zonites Algirus* et décrit le *capreolus* de cette espèce, qui n'avait été indiqué par aucun malacologiste.

» Ce corps, d'une longueur de 26 millimètres et d'une largeur de 1 millimètre dans sa portion la plus renflée, est de forme tubulaire, allant en diminuant de volume des deux côtés, à partir de son tiers inférieur. C'est un canal complet garni de nombreuses cannelures spirales. Une coupe transversale, pratiquée dans son milieu, a l'air d'une roue d'engrenage munie de douze à quatorze petites dents. Son extrémité supérieure se termine par un tube à ouverture capillaire, où les lamelles disparaissent, tandis que l'autre, où elles sont plus prononcées, est moins longue et présente un orifice plus large. Il est recouvert d'une membrane albuminoïde.

» Lorsque l'introduction du *capreolus* est terminée, son extrémité inférieure, se recourbant en arc de cercle, va s'insérer de 3, 4 et même 5 millimètres dans le col de l'oviducte, dépourvu, dans cette espèce, de muscle transverse. Cette extrémité est enveloppée par une matière blanchâtre, visqueuse, qui s'échappe de l'intérieur du spermatophore, et qui contient une infinité de spermatozoïdes. La sortie de ces derniers de l'intérieur de cet appendice est due à l'action de la membrane musculaire du canal copulateur.

» Une partie du canal déférent inférieur est destinée à la production du *capreolus*. Ce conduit, qui mesure 50 millimètres d'étendue, n'a pas le même volume dans toute sa longueur. A partir de son point de jonction avec la gouttière déférente jusqu'à une distance de 31 millimètres, son diamètre est de $\frac{1}{3}$ et tout au plus de $\frac{1}{2}$ millimètre, tandis que, dans la seconde moitié de son parcours, qui va se terminer à la verge, il est égal à $\frac{1}{4}$ et quelquefois à $\frac{1}{3}$ de millimètre. La portion étroite du canal est pellucide ; la portion dilatée, d'un blanc opaque, se compose des mêmes couches qu'on rencontre dans le *flagellum* des Hélices. Sous une membrane cellulaire externe on trouve une membrane musculaire, suivie elle-même d'une couche glanduleuse, qui n'existe pas dans la partie étroite du même conduit.

» On observe, dans la position large du même organe, de nombreuses lamelles disposées comme la spiricule des trachées végétales. Ces lamelles s'étendent en spirale oblique, entre les deux bords de cette partie du canal; leur obliquité augmentant vers le point de jonction des deux portions de ce dernier, elles finissent par devenir longitudinales au voisinage de cet endroit. Au temps des amours, elles sont couvertes de particules solides de couleur blanche, donnant effervescence avec l'acide chlorhydrique.

» Dans son mouvement de rétroversion, la verge est suivie par le canal déférent inférieur qui renferme le *capreolus* jusqu'au moment où ce corps est expulsé. »

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction et le développement du poisson télescope, originaire de la Chine.* Note de **M. Carbonnier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Le cyprin télescope, en chinois *Long-tsing-ya* (*Cyprinus macrophthalmus*, Bloch), est un poisson originaire des eaux douces de la Chine et du Japon. Sa conformation est singulièrement anormale. Le corps est globuleux, les nageoires caudale et anale sont doublées; les yeux font sur la tête une saillie de 2 à 5 centimètres; enfin l'animal tout entier est le modèle exact de ces poissons, jugés jusqu'ici chimériques, que l'on rencontre dans un grand nombre de peintures chinoises.

» Ce poisson me paraît être un monstre du cyprin doré, monstre créé à dessein, à l'aide de procédés d'élevage, procédés dans lesquels les Chinois sont fort habiles, et assez puissants pour que l'anomalie première au début soit maintenant devenue héréditaire.

» J'ai déjà rencontré, dans les cyprins dorés, des monstruosités partielles analogues, en particulier la gémination de la nageoire caudale. M. G. Pouchet, dans une Note présentée à l'Académie des Sciences, le 30 mai 1870, signale une anomalie pareille, présentée par deux sujets vivants qui lui arrivaient de Chine; mais, jusqu'à ce jour, personne, que je sache, n'a eu l'occasion d'étudier le genre nouveau, ou plutôt la variété de cyprin que je désigne sous le nom de *poisson télescope*.

» Par l'obligeante entremise d'un de mes parents, M. Paul Carbonnier, mécanicien à bord de *l'Ava*, j'ai reçu vingt-quatre sujets présentant tous les mêmes modifications de structure : trois seulement sont morts, les autres ont pu se rétablir assez bien pour me permettre d'en essayer la reproduction, dès la première année.

» La forme globuleuse du corps de l'animal rend son équilibre extrêmement instable, il ne nage qu'avec difficulté; aussi, tandis que son congénère, le cyprin doré, effectue la ponte en se frottant contre les végétaux aquatiques, corps souples et peu résistants, le poisson télescope cherche un point d'appui plus fixe, opposant une résistance directe à l'impulsion des nageoires. C'est au fond de l'eau, sur le sol, qu'il va frotter son abdomen.

» Pendant que la femelle procède ainsi à la ponte, les mâles, extrêmement ardents dans la fécondation, se mettent plusieurs à sa poursuite, la poussent de la tête, la bousculent, la font rouler sur elle-même, lui infligeant ainsi un véritable supplice.

» Ayant déposé dans un bassin de 20 mètres cubes d'eau quatre poissons provenant d'un premier envoi, environ un mois après, le 14 septembre 1872, je vis les trois mâles se mettre à la poursuite de la femelle, la faire rouler comme une balle sur le sol dans une étendue de plusieurs mètres, et continuer ce manége, sans repos ni trêve, deux jours durant, jusqu'à ce que la pauvre femelle, qui n'avait pu un seul instant reprendre son équilibre, eût enfin évacué tous ses œufs.

» Obligé alors de suspendre mes observations, je revins quinze jours après, et examinant avec soin la surface et les bords du bassin, j'eus la satisfaction d'y découvrir plusieurs petits embryons, qui nageaient avec une assez grande difficulté, et qu'un examen plus attentif me fit reconnaître pour des alevins du poisson télescope. Même nageoire caudale double, même sinuosité à la partie supérieure du dos, seuls les yeux étaient encore peu saillants.

» Rapportés à Paris et observés avec attention, ils m'ont fourni les résultats suivants :

» Dès le premier âge, l'embryon du poisson télescope a la forme allongée de la plupart de nos jeunes espèces; la transparence du corps permet de distinguer nettement la vessie natatoire, logée dans la partie supérieure du corps, et l'intestin, formant un angle droit, dont le sommet est à l'opposé de la vessie. Tant que l'embryon vit aux dépens de la vésicule ombilicale, il nage aisément et dans une position horizontale, mais ensuite l'absorption d'aliments extérieurs a pour résultat un développement anomal et irrégulier qui, pour presque la moitié des sujets, occasionne une déviation de la position normale, et l'animal se tient verticalement, quelquefois la tête en haut, le plus souvent la tête en bas. La position vicieuse de la vessie natatoire et le trop peu de développement des nageoires neu-

tralisent l'influence de ces agents directeurs; le manque d'équilibre persiste, le jeune animal ne peut plus chercher sa nourriture : il meurt au bout de deux ou trois jours. A peine ai-je pu les faire vivre dix à douze jours, en mélangeant à l'eau de mes aquariums des matières animales broyées.

» Tels sont jusqu'à présent les résultats les plus importants de mes observations. Il est pour moi hors de doute que l'élevage des alevins qui me restent me présentera encore quelques faits nouveaux; je m'empresserai d'en faire part à l'Académie. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Des étranglements annulaires et des segments interannulaires chez les Raies et les Torpilles.* Note de **M. L. Ranvier**, présentée par M. Claude Bernard.

« Les recherches qui font l'objet de cette Communication ont été faites dans le laboratoire de M. Coste, à Concarneau. Chez les Raies complétement développées, par exemple chez ceux de ces animaux qui ont plus de 1 mètre de longueur, les plus gros tubes nerveux se voient facilement à l'œil nu, et présentent une structure dont les détails sont d'une admirable netteté. Comme j'avais obtenu des préparations très-démonstratives des tubes nerveux des mammifères (1), en traitant les nerfs pendant vingt-quatre heures avec de l'acide osmique à 1 pour 100, j'ai fait usage de la même méthode dans l'étude des nerfs des poissons. Presque tous les résultats que je vais indiquer m'ont été fournis par ce procédé.

» Les étranglements annulaires des Raies présentent une forme un peu différente de celle que l'on observe chez les Mammifères. De chaque côté de l'étranglement, le tube nerveux s'élargit progressivement en formant un cône, jusqu'à ce qu'il ait atteint son diamètre régulier. A sa périphérie, ce cône est limité par la membrane de Schwann, qui suit exactement la forme du tube rétréci au niveau de l'étranglement annulaire. Au centre de l'étranglement, là où la myéline disparaît, on distingue le cylindre-axe, renflé régulièrement en ce point, de manière à donner une figure que j'ai comparée à deux troncs de cône appliqués par leur base. Je me suis assuré ainsi que le renflement biconique des cylindres d'axe occupe les étranglements annulaires, ce que je n'avais pu déterminer sur les tubes nerveux des Mammifères et des Batraciens. La grande circonférence du renflement

---

(1) *Archives de Physiologie*, 1872, p. 129 et 127.

biconique repose sur la gaîne de Schwann et se confond avec elle, tandis que de chaque côté de l'étranglement se voit une seconde gaîne, qui ne suit pas absolument la forme du tube nerveux, et forme autour de chaque étranglement une enveloppe cylindrique ou légèrement déprimée. Cette seconde gaîne (1), que je désignerai sous le nom de *gaîne externe*, par opposition à la gaîne interne ou membrane de Schwann, n'existe pas chez les Mammifères; elle possède une signification morphologique sur laquelle je reviendrai à propos des nerfs des Torpilles.

» La partie du tube nerveux comprise entre deux étranglements annulaires, ou segment interannulaire, a chez les Raies une longueur qui varie avec la taille de l'animal et le diamètre des tubes nerveux observés. Chez une Raie ayant une longueur de $1^{m},10$, les plus gros tubes nerveux du nerf de la nageoire latérale avaient un diamètre de $0^{mm},037$, et les segments de ces tubes une longueur de 6 millimètres en moyenne. Chez une autre, longue de $1^{m},01$, le même nerf possédait des tubes dont les plus gros, du diamètre de $0^{mm},028$, avaient des segments de 5 millimètres en moyenne. Chez une troisième, de 36 centimètres de longueur, les plus gros tubes avaient un diamètre de $0^{mm},017$, et des segments longs de $2^{mm},5$. Enfin une Raie, dont la longueur était de 24 centimètres, présentait des tubes nerveux du diamètre de $0^{mm},01$ et des segments de $1^{mm},5$. Ces faits établissent que, chez les Plagiostomes comme chez les Mammifères, les segments interannulaires sont soumis aux variations de la croissance.

» Chez les Raies, un même segment interannulaire présente, suivant sa longueur, plusieurs noyaux, au moins trois, dont deux sont situés au voisinage des étranglements, et un autre vers le centre du segment interannulaire. Chez les Mammifères, au contraire, il n'y a jamais dans le même segment qu'un seul noyau, et celui-ci est situé à peu près à égale distance des deux étranglements voisins. Cette différence entre les tubes nerveux de ces divers animaux dépend uniquement de ce que, chez les Raies, la gaîne externe du tube nerveux possède des cellules lui appartenant en propre, tandis que la gaîne interne ou membrane de Schwann n'a qu'un seul noyau placé au centre du segment.

» Les nerfs de la Torpille présentent avec ceux de la Raie une très-grande analogie; néanmoins, je n'ai pas confondu leurs descriptions, parce qu'il

(1) Comparez, Henle, *Anat. génér.*, éd. franç., t. II, p. 164 et 169, et Kölliker, *Histologie*, 2e éd. franç., p. 317.

convient de suivre ces tubes nerveux jusque dans leur terminaison dans les plaques de l'organe électrique de la Torpille, pour bien faire ressortir la distribution des gaînes des nerfs et leur signification histologique.

» Les étranglements des tubes nerveux de la Torpille sont très-serrés, et par suite le renflement biconvexe du cylindre-axe s'y voit moins bien que chez les Raies de grande taille. Les tubes nerveux des Torpilles possèdent aussi deux gaînes : l'interne, qui se moule exactement sur le tube, et l'externe, qui en est distante au niveau de l'étranglement. Les segments interannulaires des Torpilles, comme ceux des Raies, sont munis de plusieurs noyaux; les uns appartiennent à la gaîne externe : un seul correspond à la gaîne interne et représente le noyau du segment des Mammifères. Les segments de la Torpille sont soumis à des variations en rapport non-seulement avec la croissance de l'animal et le diamètre des tubes, mais encore avec les fonctions des nerfs. Voici chez une Torpille, longue de 38 centimètres, quelques mensurations faites sur différents nerfs : un nerf intercostal était formé de tubes dont les plus gros avaient un diamètre de $0^{mm},012$ et des segments de $1^{mm},2$ de longueur, et dont les plus petits avaient $0^{mm},007$ de diamètre, avec des segments d'une longueur de $0^{mm},75$. Sur le gros nerf de la nageoire latérale, un tube de $0^{mm},015$ avait des segments de $1^{mm},6$, un tube de $0^{mm},005$ présentait des segments de $0^{mm},64$. Le nerf de l'organe muqueux, qui, contournant l'appareil électrique, vient se terminer sur le côté externe de cet appareil, m'a fourni des tubes de $0^{mm},011$ avec des segments de $1^{mm},6$, et de $0^{mm},085$ avec des segments de $0^{mm},74$. Enfin les nerfs de l'appareil électrique, dont tous les tubes ont le même diamètre, possédaient chez cette Torpille des tubes de $0^{mm},012$ de diamètre et des segments dont la longueur variait entre $0^{mm},63$ et $0^{mm},55$. Chez sept Torpilles dont j'ai examiné les nerfs, j'ai trouvé le même rapport entre les segments des divers nerfs.

» Si l'on rapproche maintenant les nombres trouvés pour la longueur et le diamètre de ces divers tubes nerveux, on sera frappé du résultat suivant : les segments des nerfs électriques sont deux fois moins longs que les segments des autres nerfs, pour des tubes nerveux de même diamètre. Cette première observation peut suggérer cette hypothèse : *La longueur des segments des tubes nerveux est en raison inverse de l'activité physiologique des nerfs*. Mais, pour établir cette hypothèse, il faudrait poursuivre l'analyse de faits analogues et les dégager des autres facteurs qui influent sur la longueur des segments interannulaires, tels que l'espèce, l'âge de l'animal et le diamètre des tubes nerveux.

» Il me reste à parler d'un point important : la distribution des nerfs dans les plaques électriques de la Torpille. Les faisceaux nerveux qui constituent les quatre gros nerfs destinés à l'appareil électrique sont entourés d'une gaîne lamelleuse, mince comme celle que l'on trouve autour des faisceaux nerveux chez les animaux supérieurs; en outre, comme on vient de le voir, chaque tube nerveux possède deux gaînes distinctes et individuelles. Les nerfs arrivés dans l'appareil électrique se divisent dans les cloisons qui séparent les prismes électriques; réduits à un petit nombre de tubes reliés ensemble, ils perforent l'enveloppe connective des prismes, en y abandonnant leur gaîne lamelleuse, de telle sorte que, arrivés dans les lames électriques, les tubes nerveux sont séparés les uns des autres. Là ils sont moulés pour ainsi dire dans la masse grènue qui forme la substance fondamentale des lames électriques, et il en résulte que la gaîne externe du tube nerveux ne peut revenir sur ce tube et se confond avec la gaîne interne. Sur un tube nerveux présentant cette disposition, les segments avaient une longueur moyenne de $0^{mm},24$, et la distance comprise entre les deux gaînes était de $0^{mm},003$ à $0^{mm},004$. Mais bientôt les tubes nerveux se divisent et avec eux la gaîne externe; cependant la division de cette gaîne n'accompagne pas de suite la division du tube nerveux, de telle sorte que l'on rencontre des gaînes qui contiennent deux tubes dans une petite longueur. Lorsque le myéline a disparu, la gaîne se voit encore, et elle peut être distinguée sur quelques-unes des innombrables ramifications des tubes nerveux sans myéline, où elle s'accuse par un double contour et des noyaux. De cette dernière observation, on peut tirer la conclusion suivante : *La gaîne que l'on observe sur les dernières terminaisons nerveuses dans les plaques électriques de la Torpille n'est pas un prolongement de la gaîne lamelleuse des faisceaux nerveux, mais elle est simplement la gaîne externe des tubes contenus dans les faisceaux.* Le nom de périnèvre, introduit en Histologie par Charles Robin (1), ne peut s'appliquer ni à l'une ni à l'autre de ces deux gaînes, ni par conséquent à toutes deux à la fois, car elles sont absolument distinctes. »

M. F. Thomas adresse une nouvelle Lettre, concernant le procédé de préparation du fluor qu'il pense avoir découvert.

Cette Lettre sera renvoyée, comme la précédente, à l'examen de M. Balard.

(1) Charles Robin, *Mémoire sur le périnèvre, espèce nouvelle d'éléments anatomiques,* dans les *Mémoires de la Société de Biologie,* 1854, p. 874.

M. le baron Larrey présente l'extrait d'un travail manuscrit que lui a adressé M. *Bérenger-Féraud,* médecin en chef de la Marine, au Sénégal.

« Ce travail, dit M. Larrey, intitulé : *Étude sur les larves de mouches qui se développent dans la peau de l'homme, au Sénégal,* en indique la fréquence, là particulièrement où le vulgaire désigne cette larve sous le nom de *ver de Cayor* (ou Kaior), et rend compte des recherches déjà faites sur ce sujet par divers observateurs, notamment par des médecins de la Marine.

» M. Bérenger-Féraud cite d'abord l'observation faite sur un soldat d'infanterie, chez lequel semblait s'être développée une éruption furonculeuse à l'épaule. Chaque bouton donna issue à un ver bien caractérisé. Il rapporte ensuite plusieurs cas, tous confirmatifs des particularités de cette première observation et des recherches déjà faites sur le même sujet par différents auteurs.

» Le ver dit *de Cayor* semble se former dans le sable, et de là pénètre sous la peau de l'homme ou des animaux couchés par terre, surtout des chiens. On a retiré soixante-dix-huit vers de toutes les parties du corps d'un chien épagneul, et M. Bérenger-Féraud en a compté plus de trois cents sur un jeune animal de même espèce, qui en est mort.

» L'auteur expose et discute les opinions des indigènes et des observateurs, sur la formation de cette larve et de la mouche qu'il décrit plus particulièrement. Il relate plusieurs faits, bien étudiés par lui-même, démontrant la manifestation du ver sous l'apparence tantôt d'un petit corps étranger, tantôt d'un simple furoncle, et son élimination spontanée ou son extraction facile par pression, sans aucune suite fâcheuse.

» Il en décrit l'aspect, le volume et la conformation annelée, ainsi que les mouvements contractiles d'une extrémité à l'autre, la première ou la tête armée d'un crochet, la seconde ou la queue présentant un orifice anal. Il fait connaître ensuite la transformation du ver en chrysalide brunâtre et velue, à peu près cylindrique, ayant perdu son crochet.

» L'auteur a vu enfin les larves, enfermées dans un bocal, donner issue, après plusieurs jours, à des mouches bien conformées, très-agiles et ressemblant beaucoup aux mouches ordinaires. Il rattache cet insecte à l'ordre des diptères, et particulièrement au sous-ordre des Chotoeires ou mouches, qui offre lui-même des variétés.

» Il discute enfin le mode de formation du ver de Cayor, le mécanisme de sa pénétration et de son développement dans la peau de l'homme et des animaux, en terminant son travail par un résumé de la pathologie, du diagnostic et du traitement, aussi simple d'ailleurs qu'efficace.

» Je n'ai pu mieux faire, pour rendre compte de ce travail à l'Académie, que de le soumettre à notre savant confrère M. Blanchard, qui a bien voulu l'examiner avec intérêt. »

M. Émile Blanchard ajoute :

« La mouche du ver de Cayor paraît n'avoir pas été jusqu'ici apportée en Europe. Elle n'est pas décrite; selon toute apparence, elle est du genre *Ochromyia* de Macquart, très-voisin des *Lucilia*, dont une espèce de la Guyane (*Lucilia hominivorax*) vit souvent à l'état de larve aux dépens de l'homme. La mouche de Cayor pourrait être nommée *Ochromyia anthropophaga*. »

M. Chevreul fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Paul de Gasparin*, fils de notre ancien confrère, d'un ouvrage portant pour titre : « Traité de la détermination des terres arables dans le laboratoire ».

Après avoir rappelé à l'Académie les titres qui recommandent les travaux de M. P. de Gasparin à la confiance des savants, et qui font de cet ouvrage, dédié à M. Peligot, l'un de ceux qui peuvent rendre le plus de services dans les Institutions agricoles, M. Chevreul annonce qu'il vient de recevoir de l'auteur une lettre, en date du 20 octobre, lui annonçant une découverte d'une importance incontestable. Il s'agit de la présence de l'acide phosphorique dans les *eaux souterraines* de la plaine d'Orange. « Je suis convaincu, ajoute M. Chevreul, que la valeur de cette découverte n'échappera à aucune des personnes qui savent l'activité déployée aujourd'hui pour découvrir les gisements de phosphate de chaux, et qui en connaissent la valeur commerciale comme engrais non plus qu'à celles qui, désireuses de connaître la science agronomique, n'avaient pas encore cherché à se rendre compte de l'importance du rôle des *eaux souterraines* dans la production agricole. »

A 6 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 octobre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Nouveau traité de Chimie industrielle, etc.; par R. WAGNER, édition française, publiée d'après la 8e édition allemande; *par* le Dr L. GAUTIER; t. Ier, fasc. 9. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

L'éruption du Vésuve en avril 1872; *par* M. le Dr GUIRAUD. Montauban, imp. coopérative J. Vidallet, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Recueil de la Société des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Tarn-et-Garonne.*)

De la disposition adoptée en 1869-1870 *dans la replantation de l'École de Botanique du Jardin des Plantes de Toulouse; par* le Dr D. CLOS, Directeur. Toulouse, sans date, imp. Bonnal et Gibrac; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, t. V.)

De quelques principes d'organographie végétale; par le Dr D. CLOS. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Recherches sur l'emploi des chronomètres à la mer; par M. A. DE MAGNAC. Paris, Imprimerie nationale, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Yvon Villarceau.)

Nouvelle pince dite à double fixation, *destinée à immobiliser le globe oculaire pendant les opérations que l'on pratique sur cet organe; par* le Dr F. MONOYER. Strasbourg, Berger-Levrault, 1872; br. in-8°. [Extrait de la *Gazette médicale de Strasbourg*. (Présenté par M. Sédillot.)]

Notions générales de Zymologie; par le Dr F. MONOYER. Strasbourg, imp. Berger-Levrault, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Sédillot.)

Épithélioma perlé ou margaritoïde de l'iris; par le Dr F. MONOYER. Paris, Berger-Levrault, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Sédillot.)

Morées et artocarpées de la Nouvelle-Calédonie; par E. BUREAU. Paris, G. Masson, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*)

Le Phylloxera, *puceron de la vigne, etc. Description d'un procédé infaillible pour le détruire; par* M. Ed. LOARER. Paris, E. Lachaud, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.) Renvoyé à la Commission du *Phylloxera.*

Calendrier perpétuel. Tableau synoptique du calendrier des calendriers, etc.; par M. A. DUPUY jeune. Lyon, L. Labasset, sans date; tableau grand aigle.

Rapport fait à la Société d'Agriculture de France, par M. GUÉRIN-MÉNEVILLE, *sur la station séricicole de Châlons-sur-Marne.* Paris, 1872; autographié; br. in-4°.

De la régularisation des machines; par V. DWELSHAUVERS-DERY. Liége, imp. Desoer, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue universelle des Mines.*)

Le régulateur de Buss; par V. DWELSHAUVERS-DERY. Liége, imp. L. Severeyns, 1872; br. in-8°.

Association française contre l'abus du tabac et des boissons alcooliques; 4e année, n° 3, 1872. Paris, au siége de la Société, 1872; br. in-8°.

Méthodes chimiques servant à déterminer la valeur commerciale des matières grasses, glycérines, savons, cires, etc. Recherches des falsifications; par DALICAN *et* F. JEAN. Paris, au Bureau du *Moniteur scientifique*, 1872; br. in-8°.

Observations on base-length of great pyramid, and royal Coffer's dimensions; by S.-M. DRACH. London, Harrison, 1872; br. in-8°.

Report of the Meteorological Committee of the royal Society for the year ending 31st december 1871. London, printed by G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1872; in-8°.

Quarterly weather report of the Meteorological Office; part I, january-march 1871. London, printed by G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1872; in-4°.

Annales Academici CIↃIↃCCCLXVII-CIↃIↃCCCLXVIII. Lugduni Batavorum, typ. Drabbe, 1872; in-4°.

I manoscritti di Lazzaro Spallanzani serbati nella bibliotheca comunale di Reggio nell' Emilia. Ragguaglio del prof. Al. CORRADI. Milano, tip. Bernardoni, 1872; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 octobre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Hypothèse astronomique de Pythagore; par Th.-Henri MARTIN, Membre de l'Institut. Rome, 1872; in-4°. (2 exemplaires.)

*Ptolémée, auteur de l'*Optique *traduite en latin par Ammiratus-Eugenius*

*Siculus sur une traduction arabe incomplète, est-il le même que Claude Ptolémée, auteur de l'*Almageste? *par* Th.-Henri MARTIN. Sans lieu ni date; br. in-4°. (2 exemplaires.)

(Ces deux ouvrages sont extraits du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Études médico-psychologiques. Cerise, sa vie et ses œuvres; par C.-E. BOURDIN. Paris, imp. Jousset, Clet et Cie, 1872; in-8°.

Leçons élémentaires d'hygiène; par M. H. GEORGE. Paris, J. Delalain et fils, 1872; in-12.

Considérations générales sur le mécanisme de l'univers, ou Fragment d'un nouvel exposé de la Mécanique céleste; par Pierre MÉNARD. Vitry-le-François, typ. Pessez et Cie, 1872; br. in-8°. (6 exemplaires.)

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1870 et 1871, $CXXII^e$ année, 4e série, t. IV. Nancy, imp. de l'Académie, 1872; in-8°.

Annales de la Société d'Émulation du département des Vosges; t. XIII, 3e cahier. Épinal, veuve Gley; Paris, A. Goin, 1870; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société linnéenne du nord de la France; années 1868-1869. Amiens, Lenoel-Hérouart, 1870; 2 vol. in-8°.

Société linnéenne du nord de la France. Bulletin mensuel; n°s 1 à 4. Amiens, Lenoel-Hérouart, 1872; 4 n^{os} in-8°.

Société des Sciences médicales de l'arrondissement de Gannat (Allier). Compte rendu des travaux de l'année 1871-1872, *présenté dans la séance de* 1872, *par* le Dr Gilbert TRAPENARD fils, vice-secrétaire; XXVIe année. Gannat, imp. Didier-Daubourg, 1872; in-8°.

Recueil des travaux de la Société médicale du département d'Indre-et-Loire, année 1872; 1er semestre, LXXe année. Tours, imp. Ladevèze; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 28 octobre 1872.)

Page 1010, ligne 2, *au lieu de* équation, *lisez* équations.
» ligne 5, *au lieu de* d'étudier une courbe, *lisez* d'étudier le mouvement.
» ligne 7, *au lieu de* des projectiles, *lisez* de projectiles.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire central. — Oct. 1872.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres anciens (1). Salle méridienne. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Température moyenne de l'air à 29 mètres.	Température moyenne du sol à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.	Thermomètre noir dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	753,6	6,8	16,9	11,8	5,5	18,1	11,8	»	13,7	13,5	14,4	15,6	7,4	9,29	80,2	»	6,0
2	746,4	»	19,4	»	13,3	19,5	16,4	»	16,0	15,5	15,1	15,5	2,0	12,43	86,0	»	20,0
3	745,1	»	17,8	»	13,2	16,1	14,6	»	14,3	14,9	15,4	15,5	1,4	9,51	81,8	»	19,5
4	753,5	8,6	»	»	8,0	13,9	10,9	»	12,6	13,3	14,5	15,5	2,7	7,67	80,2	»	0,0
5	758,5	7,8	»	»	7,0	14,1	10,5	»	11,5	12,5	13,8	15,4	5,2	7,25	77,3	»	0,0
6	762,2	5,1	»	»	4,8	10,3	7,5	»	10,1	11,4	12,9	15,2	2,9	6,69	79,7	»	2,0
7	762,2	5,7	»	»	4,4	10,1	7,2	»	10,3	10,9	12,2	14,9	1,6	6,95	81,8	»	1,5
8	757,0	»	11,7	»	9,2	11,7	10,4	»	11,2	11,6	12,3	14,6	0,6	8,23	88,0	»	0,0
9	752,6	»	13,7	»	8,2	15,4	11,8	»	12,7	12,3	12,6	14,4	4,4	9,21	86,2	»	6,0
10	751,5	»	13,9	»	8,2	14,7	11,4	»	11,7	12,0	12,8	14,3	3,2	7,51	75,3	»	5,0
11	746,4	7,8	12,6	10,2	7,5	13,9	10,7	»	9,9	11,1	12,4	14,2	4,2	6,31	79,7	»	12,0
12	749,3	2,8	11,1	6,9	1,2	11,8	6,5	»	8,1	9,5	11,3	14,0	6,1	5,66	80,3	»	9,0
13	753,1	1,5	11,7	6,6	0,3	13,2	6,7	»	7,5	8,7	10,5	13,7	6,0	5,24	72,7	»	6,0
14	754,2	2,1	12,0	7,0	2,0	13,5	7,7	»	8,6	8,9	10,2	13,4	5,0	6,06	73,8	»	0,0
15	751,6	»	»	»	5,6	11,9	8,7	»	8,2	9,1	10,3	13,1	3,5	6,19	81,0	»	6,5
16	742,0	4,9	12,0	8,4	4,6	13,2	8,9	»	7,9	8,8	10,0	12,9	2,2	6,89	89,5	»	17,0
17	742,3	»	13,8	»	6,0	15,9	10,9	»	10,0	9,8	10,3	12,7	3,7	7,97	85,2	»	7,5
18	744,0	»	15,4	»	7,5	16,0	11,7	»	10,2	10,3	10,8	12,5	0,9	8,02	86,8	»	10,0
19	748,3	7,2	13,6	10,4	7,5	13,4	10,4	»	11,2	10,9	11,0	12,5	0,4	10,13	94,7	»	1,0
20	764,4	»	15,5	»	12,5	15,7	14,1	»	11,9	11,8	11,8	12,4	2,4	9,26	89,0	»	17,0
21	745,0	8,4	14,9	11,6	7,6	15,8	11,7	»	11,2	11,3	11,8	12,5	3,1	8,29	82,5	»	10,5
22	745,3	9,2	13,4	11,3	9,0	14,0	11,5	»	10,6	11,1	11,7	12,6	4,3	7,86	84,0	»	17,0
23	749,1	7,8	12,4	10,1	7,4	13,0	10,2	»	9,9	10,6	11,4	12,6	1,5	7,01	85,8	»	0,0
24	743,6	4,0	11,3	7,6	2,4	12,0	7,2	»	9,7	9,7	10,8	12,5	3,1	7,71	89,7	»	6,0
25	741,0	5,3	12,4	8,8	6,4	12,8	9,6	»	9,4	9,9	10,8	12,4	3,3	7,29	83,5	»	19,5
26	743,2	6,7	11,5	9,1	5,2	11,6	8,4	»	9,1	9,6	10,4	12,3	1,3	6,93	78,5	»	17,0
27	750,0	7,0	13,9	10,4	6,5	14,8	10,6	»	10,5	10,2	10,5	12,2	3,7	8,38	81,5	»	20,0
28	744,1	»	13,3	»	10,8	14,6	12,7	»	11,5	11,2	11,2	12,1	0,5	9,66	90,5	»	5,0
29	760,9	7,8	12,9	10,3	7,5	13,4	10,4	»	10,0	10,4	11,1	12,1	3,4	7,56	82,0	»	15,0
30	755,9	7,8	13,1	10,4	7,2	13,7	10,4	»	11,2	10,9	11,0	12,1	0,4	9,35	86,7	»	20,0
31	752,1	10,7	»	[illegible]	10,9	15,4	13,1		12,8	12,1	11,7	12,0	1,0	10,14	86,3		20,0
Moy.	750,0	»	»	»	7,6	14,0	10,5	»	10,7	11,1	11,8	13,5	3,0	7,96	83,2	»	9,5

(1) Observatoire de Paris. — Toutes les autres observations ont été faites à Montsouris.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE CENTRAL. — OCT. 1872.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (1). Observation de 9 heures du matin.			PLUIE.		ÉVAPORATION.	VENTS.		NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
	Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Terrasse (2).	Montsouris.		Direction et force.	Nuages.		
	° ′	° ′		mm	mm					
1	A+35,6	B+47,4	»	»	0,2	2,3	SSE faible.	SE	0,6	Rosée, faible lueur aurorale le s.
2	38,4	48,4	»	0,5	8,6	2,5	S assez fort.	SSO	0,9	Pluvieux. Éclairs dans la nuit.
3	37,3	49,0	»	13,3	4,3	2,0	SO modéré.	SSO	0,8	De 11h s. à minuit, éclairs au NO.
4	30,7	47,6	»	0,1	»	1,2	OSO tr.-faib.	S	0,7	Couvert, brumeux.
5	35,2	47,1	»	»	»	2,1	NNE modéré.	NNE	0,2	Rosée, brume.
6	33,3	48,1	»	»	»	2,6	NNE modéré.	ENE	0,6	Plaque aurorale au N à 9h s.
7	35,0	48,0	»	»	»	1,2	ENE faible.	ENE	1,0	Couvert, brumeux.
8	33,7	47,1	»	»	»	0,9	NE, O faible.	»	1,0	Brume. Lueur aurorale à 9h s.
9	35,6	45,7	»	3,3	2,9	1,6	SSO modéré.	SSO	1,0	Nimbus, pluie le soir.
10	35,7	45,4	»	2,7	»	3,1	SSO modéré.	OSO	0,9	Lueur aur. de 9h30 s. à minuit.
11	32,5	42,7	»	0,2	2,1	2,3	OSO modéré.	SO	0,4	Pluie le matin.
12	31,5	42,9	»	0,2	»	1,8	SSO faible.	SO	0,2	Brumeux, gelée blanche.
13	30,7	43,4	»	»	»	2,3	SSO faible.	SSO	0,1	Gelée blanche.
14	29,4	43,2	»	»	»	3,2	NNO faible.	»	0,6	Gelée blanche.
15	26,4	53,5	»	1,4	1,3	2,0	OSO modéré.	SO	0,8	Perturb. magnét. du 15 au 20.
16	32,1	50,8	»	1,6	3,0	1,9	SSE faible.	SSO	0,8	Pluie dans la matinée.
17	24,7	57,5	»	1,3	1,3	1,3	ESE modéré.	ESE	0,7	Pluvieux le soir.
18	19,7	58,6	»	4,9	3,6	1,2	var. modéré.	SSE	1,0	Pluvieux.
19	37,9	49,6	»	3,6	20,7	0,3	ESE faible.	SSE	1,0	Pluie toute la journée.
20	37,7	46,1	»	17,1	1,3	1,4	SSO faible.	SSE	1,0	Pluie le matin.
21	34,5	45,1	»	»	0,3	1,7	S faible.	S	0,7	Brume, rosée; pluvieux le soir.
22	32,0	46,0	»	0,3	0,1	2,3	SSO modéré.	SSO	0,8	Pluie dans la nuit 22-23.
23	33,1	46,5	»	1,9	3,4	1,1	OSO faible.	NNO	0,6	Pluvieux. Rosée le soir.
24	31,2	46,5	»	0,1	0,9	1,1	S modéré.	S	1,0	Brouillard. Lueur aur. à 6h s.
25	32,1	45,8	»	1,0	0,2	2,2	S assez fort.	S	0,6	Rosée; pluvieux.
26	29,6	46,0	»	0,1	0,0	3,5	SSO fort.	SSO	0,8	Lueur aur. de 6 à 7 h. s. et vers minuit.
27	33,0	43,8	»	»	0,4	1,4	ESE modéré.	SSO	1,0	Lueur aur. de 6h ½ à minuit.
28	30,9	43,0	»	10,9	11,8	0,7	ONO modéré.	O	0,8	Pluie.
29	31,2	43,6	»	1,2	»	1,6	OSO modéré.	ONO	0,3	Brume. Rosée le soir.
30	27,7	44,4	»	»	0,4	2,4	SO très-fort.	SO	1,0	Pluv. Lueur aur. de 6h s. à mint.
31	35,0	44,2	»	0,6	0,1	2,9	SO fort.	SO	1,0	Pluv. Lueur aur. de 6h s. à mint.
Moy.	A+32,4	B+47,0	»	66,3	66,9	58,2			0,74	

(1) La position du zéro des instruments n'a pas encore été déterminée à l'aide des boussoles de déclinaison et d'inclinaison absolues.
(2) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire de Paris.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE GÉNÉRAL. — OCTOBRE 1872.

Résumé des observations régulières.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	750,28	750,35	750,02	749,75	750,01	750,61	[illegible]	750,22 (1)
Pression de l'air sec	742,55	742,80	741,82	741,95	742,21	742,50	742,38	742,26 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (fixe)	8,89	9,95	12,62	13,09	11,10	9,96	9,22	10,44 (1)
» (fronde)	8,87	10,02	12,75	13,15	11,05	9,88	9,11	10,44 (1)
Thermomètre à alcool incolore	8,79	9,75	12,57	12,97	11,00	9,90	9,17	10,35 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	13,48	16,65	24,11	20,29	10,57	»	»	17,91 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T	12,68	15,75	22,89	19,25	10,57	»	»	17,12 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	10,64	12,60	17,46	16,03	10,57	»	»	14,17 (2)
Excès (T' — t)	2,84	4,65	6,65	4,26	0,00	»	»	3,74 (2)
Excès (T — t)	2,04	3,15	5,43	3,22	0,00	»	»	2,95 (2)
Température du sol à 0m,02 de profondr	9,69	10,23	12,14	12,41	11,24	10,52	10,13	10,75 (1)
» 0m,10 »	10,61	10,66	11,15	11,64	11,65	11,39	11,17	11,09 (1)
» 0m,20 »	11,14	11,10	11,14	11,37	11,51	11,54	11,45	11,31 (1)
» 0m,30 »	11,81	11,77	11,71	11,71	11,86	11,95	11,95	11,84 (1)
» 1m,00 »	13,50	13,50	13,56	13,49	13,47	13,45	13,43	13,47 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	7,73	7,99	8,20	7,80	7,80	7,81	7,84	7,96 (1)
État hygrométrique en centièmes	89,5	86,1	74,6	69,3	77,6	84,0	88,2	83,2 (1)
Pluie en millimètres (jardin)	27,8	3,6	7,1	1,7	7,1	5,8	13,8	t. 66,9
Évaporation totale en millimètres	8,01	1,94	10,57	14,85	11,16	6,96	4,76	t. 58,25
Évaporation moy. diurne en millim	0,26	0,06	0,34	0,48	0,36	0,22	0,15	t. 1,87
Inclinaison magnétique (3) B +	46',71	47',00	45',53	45',03	44',95	45',55	45',88	45',99 (1)
Déclinaison magnétique (3) A +	32,85	32,37	22,43	24,30	28,94	31,91	31,84	29,64 (1)

	°
Température moyenne des maxima et minima (salle méridienne de l'Observatoire de Paris).	»
» » (Montsouris)	10,5
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	12,2
Pluie en millimètres (terrasse de l'Observatoire de Paris)	66,3
» (Montsouris, jardin)	66,9
Évaporation totale du mois en millimètres	58,2

ERRATA *aux observations de septembre.*

Page 846, température moyenne du sol à 0m,02. Le 30, *au lieu de* 13,36, *lisez* 13,66.
» thermomètre noir dans le vide (moy. du mois) » 6,1, » 5,3.
» état hygrométrique. Le 30 » 80,2, » 80,3.
» ozone. Le 23 » 15,5, » 5,5.
Page 847, déclinaison magnétique. Le 22 » 45,9, » 45,6.
» nébulosité. Le 11 » 0,6, » 0,7.
» du 12 au 30, tous les nombres de la colonne *nébulosité* doivent être remontés d'une ligne. Le 30, néb. 0,5.
Page 848, température du sol à 0m,10 de prof. A 7h m., *au lieu de* 18,33, *lisez* 16,33.
» » » A minuit, » 18,16, » 17,16.
» » 0m,30 A 6h s., » 19,97, » 17,97.
» déclinaison magnétique. A 6h s., » 31,14, » 32,14.

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.
(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.
(3) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 NOVEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de la Guerre adresse à M. le Président de l'Académie la lettre suivante :

« J'ai l'honneur de vous envoyer, ci-joint, un manuscrit de M. le capitaine *Perrier*, relatif à la détermination d'une grande chaîne géodésique en Algérie. Ce manuscrit sera bientôt publié et formera la deuxième partie du tome X du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, dont la première partie, rédigée aussi par M. Perrier, a déjà paru sous le titre de : « Mesure des bases algériennes. »

» Il m'a semblé que, avant de livrer à l'impression un travail aussi considérable, je devais le signaler à l'attention de l'Académie des Sciences, afin de prouver que le service géodésique du Dépôt de la Guerre fonctionne avec activité, et que, si les géodésiens ne sont pas nombreux dans l'armée, les officiers voués à l'étude et à la pratique de la Géodésie savent, du moins, marcher sur les traces de leurs illustres devanciers. C'est dans ce double but que je vous envoie ce manuscrit, avec les dessins à l'appui.

» Je serais heureux d'apprendre, Monsieur le Président, que vous avez bien voulu l'examiner avec toute l'attention dont il me paraît digne, et je vous serais personnellement très-reconnaissant si vous vouliez bien, dans une

prochaine séance, faire connaître à l'Académie la nature, l'importance et les difficultés du travail accompli, le degré de précision des observations faites, et la confiance que doivent inspirer les résultats obtenus par MM. Versigny et Perrier. »

M. le Secrétaire perpétuel ayant donné lecture de cette lettre à l'Académie, **M. le Président** s'exprime comme il suit :

GÉODÉSIE. — *Sur la triangulation géodésique du premier ordre, qui sert de fondement à la nouvelle carte de l'Algérie du Dépôt de la Guerre; par* **M. Faye.**

« Les opérations topographiques ont commencé en Algérie avec la conquête. Le plan primitif de ce grand travail a nécessairement suivi le sort des opérations militaires; il a fallu aller au plus pressé et commencer par les détails. Les triangulations exécutées à la hâte dans les provinces récemment occupées, ou les levés topographiques opérés par nos savants officiers à la suite des corps expéditionnaires, au prix des plus grandes fatigues et des plus grands dangers, ont nécessairement précédé le travail d'ensemble qui devait être réservé pour un temps plus calme et une occupation définitive. Dans cette première période, nous remarquons des noms bien connus de l'Académie : ceux des capitaines Rozet, Levret, Boblaye, du commandant Filhon; de MM. Servier, Bergeron, etc., anciens ingénieurs géographes ou officiers d'état-major. Je citerai encore MM. Deneveu et Passot, puis plus particulièrement le capitaine Marel; en dernier lieu MM. Galinier et Fœrster.

» C'est de 1851 seulement que datent les opérations d'ensemble et les véritables travaux géodésiques sur lesquels je désire appeler l'attention bienveillante de l'Académie; ce sont eux qui devaient servir à coordonner les travaux antérieurs, de manière à en faire ressortir une Description géométrique de l'Algérie, digne de servir de pendant et de suite à la Description géométrique de la France.

» Un moment, on avait eu la pensée d'éviter une entreprise pareille en demandant à de simples observations d'Astronomie les coordonnées géographiques d'un grand nombre de points principaux. Telle est la marche qu'on a adoptée en Russie pour la majeure partie de ce vaste empire. Mais la densité de la population algérienne et l'importance des travaux à exécuter sur le territoire conquis ont décidé le Dépôt de la Guerre à recourir à

la Géodésie. Il est bien vrai que le plan primitif n'a pu être exécuté en entier. On voulait d'abord deux grandes chaînes dirigées suivant des parallèles et recoupées par trois méridiennes, de manière à former des quadrilatères qu'on aurait remplis de triangles de premier ordre. On a fini par se contenter d'un réseau linéaire suivant la côte, sauf dans les régions montagneuses, où les opérations eussent été impossibles pour plusieurs raisons. Mais ce réseau, relié à la mer en trois endroits, appuyé sur trois bases excellentes, pouvait suffire pour rectifier et coordonner les travaux partiels et donner un solide fondement à la carte définitive. Si donc les événements, la mort des principaux promoteurs de ce grand projet, parmi lesquels l'Académie aimera à entendre citer le nom du savant colonel Hossard, la limitation des ressources budgétaires du Dépôt de la Guerre ont forcé le Dépôt à s'attacher à un plan moins grandiose, la science géodésique n'en aura pas moins à se féliciter d'être mise en possession de la mesure d'un magnifique arc de parallèle à cheval sur le méridien de Paris, et s'étendant, du Maroc à la Tunisie, sur une étendue de 950 kilomètres.

» Voilà pour la science pure. Quant à la question pratique, si essentielle à notre colonie, la conséquence de ces travaux a été la construction d'une grande carte de l'Algérie sur le même plan que la carte de France, à l'échelle de $\frac{1}{80000}$. Je dis sur le même plan, mais il ne s'agit pas là d'imitation servile. La carte de l'Algérie présentera en effet, dans son ensemble, une supériorité notable sur celle de la France, grâce aux progrès de l'impression en couleur. L'Académie en jugera par quelques échantillons que voici, où l'on s'est attaché à mettre en relief le jeu des cinq tirages successifs que la même feuille doit subir, pour être complète, avec cinq pierres gravées différentes. Enfin la substitution des lignes de niveau aux hachures présente des avantages sensibles pour les services publics.

» Je reviens à la Géodésie proprement dite. Divisons d'abord la chaîne des triangles de premier ordre en deux parties : l'une de Blidah à la Tunisie, l'autre de Blidah au Maroc; la première mesurée par le capitaine Versigny, la seconde, plus récente, par le capitaine Perrier, à qui l'on doit en outre les deux grandes bases terminales de Bone et d'Oran.

» Ce qui frappe tout d'abord dans cette chaîne, c'est la bonne forme des triangles et le choix des stations et des signaux. Il n'y avait pas à faire usage, en Algérie, des clochers auxquels on attribue tant de petites erreurs; les signaux ont partout été construits soigneusement avec une maçonnerie en pierres sèches (M. Versigny), ou en pierres de taille et ciment (M. Perrier). On aurait voulu se servir de l'héliotrope, si généra-

lement employé aujourd'hui à l'étranger, et dont M. Perrier vient de faire une heureuse application en France, mais il n'était pas possible de détacher au loin des opérateurs isolés. Les supports des instruments de mesure n'ont pas été construits avec moins de soin : rien n'a été négligé pour leur donner la stabilité requise et les garantir des rayons du Soleil.

» On ne sera donc pas surpris, en examinant le détail de ces opérations, du degré de précision obtenu dans ces mesures délicates. Je trouve pour l'erreur probable de la somme des trois angles d'un triangle quelconque de M. Versigny, 3″,12, et pour celle de M. Perrier, 3″,07 (ne pas oublier qu'il s'agit ici, comme dans tout ce qui émane du Dépôt de la Guerre, de secondes centésimales). C'est une précision rarement atteinte, qui place ces travaux au rang des meilleures mesures effectuées à l'étranger depuis les perfectionnements tout modernes de la Géodésie. Cependant M. Versigny a dû employer les anciens cercles répétiteurs de Gambey, tandis que M. le capitaine Perrier a eu à sa disposition les excellents cercles azimutaux qu'il s'est fait construire par la maison Brunner; mais le premier a su sans doute compenser, à force de soins et de travail, l'infériorité de son outillage. L'Académie n'en tiendra pas moins compte au capitaine Perrier d'avoir introduit dans ses opérations les nouveaux instruments et les méthodes nouvelles qui simplifient le travail, tout en donnant, généralement, des garanties supérieures d'exactitude.

» Pour la mesure des bases, nos officiers algériens ont renoncé aux appareils anciens de Borda, usités pour la carte de France, sans vouloir recourir à la méthode des leviers à touche employée en Russie, ou aux coins de verre dont les Allemands ont fait un si fréquent usage depuis Bessel. L'Académie, par l'organe d'une Commission dont M. Largeteau était le rapporteur, avait approuvé le système qu'un habile ingénieur piémontais, M. Porro, lui avait soumis. Sur la foi de cette haute recommandation, le Dépôt de la guerre voulut l'essayer, et il s'en est bien trouvé.

» Depuis lors, les officiers espagnols l'ont appliqué à leur tour à leur célèbre base de Madridejos, et ont confirmé par un brillant succès la préférence accordée en Algérie à ce système. Il est juste pourtant d'ajouter que l'appareil de Porro a été amélioré et construit par Brunner. M. Perrier a voulu s'assurer de l'exactitude de ces mesures fondamentales en recommençant celle d'un tronçon de la base d'Oran. La différence des deux mesures a été de 3 millimètres ($3^{mm},6$) sur une longueur de 1180 mètres. Il en a déduit que l'erreur probable de ses trois bases, en tant qu'elle résulte des acci-

dents inévitables de l'opération, ne dépasse pas 1 centimètre. Notez qu'il s'agit ici de grandes bases de 10000 mètres.

» L'une d'elles, celle de Blidah, a servi au calcul des côtés des triangles; les deux autres ont servi de vérification. Voici les résultats :

La base de Bone, calculée par 42 triangles, donne	10325m,29
La mesure directe a donné..................................	10325,17
Celle d'Oran, calculée par 22 triangles, donne	9363,84
La mesure directe a donné..................................	9364,18

» Tel est le degré de précision qui a été atteint dans l'Afrique française : il dépasse ce qu'on pouvait légitimement désirer pour la meilleure carte, et, lorsque les règles algériennes auront été définitivement étalonnées par la grande Commission internationale du système métrique, il répondra complétement à toutes les exigences de la science actuelle qui sera appelée bientôt à tirer parti de ces beaux travaux.

» J'aurais à rendre compte ici des opérations astronomiques de longitude, de latitude et d'azimut, si elles ne devaient être publiées dans la troisième partie du tome X du *Mémorial*. D'ailleurs, le Ministre de la Guerre désire, avant tout, les faire compléter par la détermination télégraphique de la longitude d'Alger, ainsi que par celle de l'amplitude totale de la chaîne. Très-certainement il réclamera dans ce but le concours du Bureau des Longitudes et de l'Observatoire de Paris. Il ne reste donc plus qu'à dire quelques mots du nivellement géodésique dont le réseau algérien devait être nécessairement accompagné. Ce nivellement s'étend sur la chaîne entière, et le calcul des altitudes fournit, pour chaque point, deux valeurs distinctes dont l'accord ou le désaccord constitue une première épreuve. Les discordances sont généralement très-faibles, grâce au soin avec lequel les distances zénithales des signaux ont été observées et à un emploi constant de la méthode des distances réciproques (non simultanées). Deux fois seulement ces écarts ont atteint 3 mètres; trois atteignent 2 mètres; les autres sont de moins de 1 mètre. La chaîne ayant été rattachée en trois points au niveau de la mer, l'ensemble des opérations fournit les deux vérifications suivantes : l'erreur des cotes d'altitude a été trouvée, à Bone, de $0^{m},41$, et, à Oran, de $0^{m},195$.

» Le coefficient de la réfraction, en Algérie, est en moyenne de 0,072, valeur concordant avec celle que fournit le nivellement des régions plus septentrionales, partout où le rayon visuel ne passe pas par-dessus la mer.

» Citons enfin les points de la côte d'Algérie, d'où l'on peut voir la côte

d'Espagne ; ce sont :

Tessala, altitude.....................	1061,25 m
Seba Chioukh.........................	663,26
Nador de Tlemcen.....................	1579,30
Le Filhoussen.........................	1135,67
Le Zendal............................	612,84

» L'Académie comprend dans quel but M. le capitaine Perrier a relevé si soigneusement ces points-là ; mais je ne devancerai pas la Communication qu'il compte bientôt vous faire sur un sujet qui a excité autrefois tant d'espérances parmi d'anciens et illustres membres de cette Académie.

» En résumé, Messieurs, j'exprime ma conviction que le monde savant accueillera avec le plus vif intérêt l'apparition du dixième tome du *Mémorial du Dépôt de la Guerre* dont M. le Ministre a désiré signaler à votre attention la partie principale, comme pour vous montrer que nos jeunes officiers sont dignes en tout point de leurs savants prédécesseurs.

» N'oublions pas que les Français, qu'il est de mode aujourd'hui d'accuser d'ignorance en fait de Géographie, sont les véritables créateurs de la Géodésie continentale ou maritime, et qu'ils n'ont cessé, depuis les Cassini jusqu'à nos jours, de publier d'admirables travaux qui ont servi de modèles à nos émules ; les véritables hommes de science, à l'étranger, ont su de tout temps en apprécier la valeur. »

PHYSIQUE CÉLESTE. — *Mémoire sur l'origine solaire de l'électricité atmosphérique* (2e Partie) ; *par* M. BECQUEREL (Extrait).

« On a déjà constaté que dans le Soleil les éruptions d'hydrogène s'étendent jusqu'à 30 000 lieues, du moins les parties visibles aux appareils ; on voit déjà par là quelle est la puissance des forces volcaniques solaires, puisqu'elles sont capables de projeter des matières gazeuses à d'immenses distances.

» L'analogie qui existe entre le mode de formation et la composition du Soleil et celui de la Terre et de tous les corps du système solaire permet de l'étendre aussi aux phénomènes physiques et chimiques qui s'y sont produits et peuvent s'y produire encore, en prenant tous ces astres aux mêmes époques de refroidissement. Je n'ai pris en considération de ces phénomènes que ceux qui sont relatifs à l'électricité, en partant de ce principe, aujourd'hui bien constaté, que l'équilibre des forces électriques n'est troublé que dans les actions mécaniques, physiques ou

chimiques, et jamais dans le changement d'état des corps, c'est-à-dire dans la volatilisation et la condensation, non précédées d'actions chimiques.

» Les phénomènes électriques produits dans les temps primitifs de la Terre, alors que sa température était encore très-élevée, provenaient de plusieurs causes : 1° des réactions chimiques puissantes qui avaient lieu et qui étaient d'autant plus énergiques que la température était plus élevée; 2° du frottement des vapeurs contre les matières solides, comme dans l'expérience d'Armstrong. Ces réactions chimiques étaient d'abord l'oxydation des bases métalliques alcalines et terreuses et autres, la formation de l'eau, puis celle d'un grand nombre de composés, donnant lieu à un dégagement énorme d'électricité, dont les lois sont connues. La recomposition des deux électricités devenues libres devait produire des décharges continuelles qui rendaient l'atmosphère lumineuse.

» L'eau devenue liquide et acide quand la température était encore audessus de 100 degrés, à cause de la pression extérieure, dut réagir fortement sur les composés formés et produire un dégagement d'électricité considérable. Les gaz et les vapeurs aqueuses qui s'élevaient dans l'atmosphère emportaient avec eux une des deux électricités, tandis que les composés solides conservaient l'électricité contraire. Les grandes éruptions ne durent avoir lieu que lorsque la croûte terrestre présentait assez de résistances pour s'opposer pendant quelque temps à la force expansive des gaz provenant des réactions chimiques intérieures. L'atmosphère terrestre, comme on vient de le dire, devait être en feu de temps à autre. Avant que l'eau ne fût formée, la température était alors trop élevée pour que ses deux éléments ne fussent pas dissociés; la quantité de gaz hydrogène qui se trouvait alors dans l'atmosphère effraye l'imagination, puisqu'elle se trouve aujourd'hui dans la composition des eaux des mers, des lacs, des fleuves et des corps organisés des deux règnes qui existent à la surface de la Terre. On ne doit pas être étonné d'après cela, vu la température élevée du Soleil, que des masses énormes de gaz hydrogène sortent incandescentes des cratères de cet astre et forment en grande partie des protubérances que l'on observe sur sa surface. Dans un avenir très-éloigné, ces masses d'hydrogène formeront de l'eau à la surface du Soleil. Cet hydrogène, qui provient de réactions chimiques produites dans la partie centrale, est lancé hors des cratères avec une force prodigieuse, emportant avec lui l'électricité positive qu'il a prise en sortant des combinaisons dont il faisait partie. Il se répand dans les espaces planétaires, entre en combinaison avec des corpuscules qui s'y trouvent, en abandonnant son électricité positive qui arrive

jusqu'à notre atmosphère par l'intermédiaire de ces mêmes corpuscules, et où elle se distribue, en diminuant d'intensité en s'approchant du sol et en exerçant une action par influence sur la masse terrestre; il résulte de là que, toutes les fois qu'il y a recomposition des deux électricités, l'espace, comme nous le verrons plus loin, répare les pertes faites dans l'atmosphère terrestre.

» L'existence de ces corpuscules, dans les espaces planétaires, est rendue probable par celle de myriades d'étoiles filantes de l'existence desquelles on ne saurait douter aujourd'hui; d'un autre côté, on sait que des corpuscules de ce genre existent dans les régions supérieures de l'atmosphère terrestre où se forme la grêle. En effet, Éverman a trouvé dans les grêlons tombés à Herlitamack, dans la province d'Ozenbourg (Russie), des cristaux de pyrite; dans la province de Cordon, en 1834, il en est tombé qui renfermaient des noyaux attirables à l'aimant et composés de fer et de nickel, comme certains aérolithes. Récemment encore, un orage à grêle a éclaté, le 28 juillet dernier, à Clamecy (Nièvre), où il a causé de grands ravages. Les grêlons, de forme irrégulière, avaient de 6 à 7 centimètres de diamètre, et paraissaient formés d'une agglomération de plusieurs autres. Quelques-uns étant tombés par hasard dans un vase, on a trouvé au fond, après fusion, une très-petite quantité de boue jaunâtre, et sur les parois une poussière granuleuse ayant l'aspect de l'acide urique que l'urine dépose dans un vase où on la conserve. Il est à regretter que l'analyse n'ait pas été faite de ces granules qui existaient dans les régions supérieures de l'atmosphère.

» M. Faye, dans ses importantes recherches sur les comètes, a adopté une autre hypothèse pour expliquer l'extension de l'hydrogène dans les espaces planétaires, laquelle pourrait être invoquée dans la théorie que je présente de l'origine solaire de l'électricité atmosphérique; j'ai prié notre éminent confrère de vouloir bien me faire connaître son opinion sur le principe que j'ai adopté; il m'a écrit à ce sujet une lettre qu'il m'a autorisé à faire imprimer à la suite de cet extrait, dans lequel j'ai répondu à plusieurs de ses objections. Cette hypothèse consiste dans une force répulsive solaire dont l'existence, suivant lui, est mise en pleine lumière par les phénomènes gigantesques des comètes. 1° Cette force n'est pas proportionnelle à la masse comme l'attraction, mais bien aux surfaces; insensible sur les corps très-denses, elle peut produire des effets très-marqués sur des corps énormément raréfiés, comme les nébulosités des comètes ou les émissions hydrogénées du Soleil.

« Il est fort singulier, dit M. Faye, de voir le rôle du Soleil se compliquer ainsi, et d'avoir à y considérer une émission d'hydrogène très-rare s'effectuant dans tous les sens. »

» Je me permettrai de lui répondre que l'on ne connaît pas toutes les propriétés du Soleil, et lui-même en invoque une nouvelle, une force répulsive, émanant de cet astre, pour expliquer les phénomènes gigantesques des comètes.

» L'électricité positive, émanée du Soleil, parvenue une fois dans l'atmosphère terrestre, s'y répand jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre les attractions et répulsions électriques. Cet équilibre, toutefois, cesse aussitôt que commence la recomposition des électricités contraires, que possèdent l'air et la terre, par l'intermédiaire des montagnes, des arbres et de tous les corps qui font saillie au-dessus du sol, ou lorsqu'il se produit des aurores boréales ou d'autres phénomènes ayant une origine électrique; c'est alors que l'air reprend aux régions supérieures de l'atmosphère, et, par suite, aux espaces planétaires, l'électricité qu'il a perdue dans toutes ces recompositions. L'électricité est donc constamment en mouvement, comme le prouve l'existence non interrompue de courants électriques dans l'air et dans la terre, que Matteucci a mis en évidence à l'aide d'expériences faites dans de bonnes conditions. Il résulte de l'état électrique mobile de l'atmosphère terrestre que la partie centrale de la terre doit en éprouver des variations électriques semblables, mais en sens inverse, la partie centrale étant toujours plus ou moins positive. Dans le Soleil, il n'en est pas ainsi, attendu que son intérieur et ses diverses atmosphères possèdent des électricités contraires, l'intérieur, de l'électricité négative, les atmosphères, de l'électricité positive; ces électricités ne proviennent pas de l'extérieur ou d'actions par influence comme celles de l'air et de la terre, mais bien d'actions chimiques intérieures.

» L'hydrogène qui résulte de ces réactions est lancé par les volcans solaires à d'immenses distances, emportant avec lui de l'électricité positive, tandis que la partie centrale de l'astre où elles s'opèrent prend un excès d'électricité contraire; cet excès ne s'y accumule pas, il se répand dans l'espace par l'intermédiaire des particules gazeuses qui entourent les atmosphères. Il se produit alors des effets semblables à ceux que l'on observe lorsqu'on fait arriver de la vapeur d'eau sur du fer chauffé au rouge, ou bien lorsqu'on fait réagir sur du zinc de l'eau acidulée par l'acide sulfurique. Dans ces deux cas, l'eau est décomposée, l'hydrogène se dégage rapidement en emportant avec lui de l'électricité positive qu'il cède aux corpuscules qu'il rencontre, tandis que le métal prend l'électricité négative qu'il cède également aux corps avec lesquels il est en communication. Dans le Soleil, pareils effets doivent donc s'y produire, si ce n'est que l'hydrogène est lancé considé-

rablement plus loin que l'électricité négative par les volcans. L'électricité négative du Soleil, en se répandant dans l'espace, neutralise l'électricité positive qui s'y trouve et qui provient, non-seulement du Soleil, mais peut-être encore d'autres astres.

» L'électricité positive arrive alors, avec ou sans l'hydrogène, dans les atmosphères des planètes, mais en moindre quantité, toutefois, qu'en sortant du Soleil, à cause de la diffusion et des pertes qu'elle éprouve par suite de la présence des particules matérielles répandues çà et là et des recompositions qui ont lieu; c'est là une des conséquences de la théorie que je cherche à établir, en m'appuyant sur tous les faits que les sciences physico-chimiques fournissent. La recomposition partielle des deux électricités ne serait-elle pas la cause des météores lumineux que l'on observe quelquefois dans les régions supérieures de l'atmosphère terrestre et même au delà? Quelle que soit l'hypothèse que l'on adopte, celle de M. Faye ou la mienne, pour expliquer l'expulsion de l'hydrogène et de l'électricité positive des atmosphères solaires, ce gaz, suivant moi, après avoir perdu son électricité positive, peut réagir sur les corpuscules qui se trouvent dans les espaces planétaires; suivant la manière de voir de M. Faye, l'hydrogène peut se combiner avec l'ozone qu'il rencontre dans les régions élevées de l'atmosphère.

» On peut m'objecter qu'il n'arrive point d'électricité négative dans l'atmosphère solaire; je répondrai que l'hydrogène, étant lancé dans l'espace à des distances extraordinaires, il n'est donc pas étonnant que l'électricité positive se trouve seule dans certaines parties de l'espace, à l'exclusion de l'électricité négative. Il y a, en outre, des recompositions continuelles des deux électricités dans le voisinage du noyau et des atmosphères, comme sur la terre. Cette recomposition doit donner lieu, dans le Soleil, à des orages continuels qui rendent lumineuses les atmosphères.

» Les considérations dans lesquelles je viens d'entrer serviront à rendre plus probable l'origine solaire de l'électricité atmosphérique. Dans des phénomènes aussi compliqués que ceux dont il est question, et dont le plus grand nombre ne peuvent être vérifiés directement, on ne peut faire que des conjectures, qui sont confirmées ou renversées par des découvertes nouvelles. Telle est la marche suivie dans les recherches scientifiques pour arriver à la vérité.

» Les aurores boréales fournissent aussi une preuve que l'électricité positive vient des régions supérieures : on sait que des voyageurs se sont trouvés quelquefois dans les montagnes de Norwége au milieu de brouil-

lards répandant une odeur sulfureuse. On ne savait pas alors que cette odeur était celle qui caractérise l'ozone, comme je l'ai prouvé.

» M. Rolier, cet intrépide aéronaute qui est parti en ballon de Paris le 24 novembre 1870, chargé d'une mission de la plus haute importance pour le gouvernement de la Défense nationale, à Bordeaux, et qui est descendu quatorze heures après en Norwége, au mont Lidd, au milieu des plus grands dangers, s'est trouvé dans un de ces nuages odorants; il a fait des observations intéressantes sur la nature de ces nuages et les sensations qu'il a éprouvées. Je donne ici un extrait du Rapport plein d'intérêt qu'il a eu l'obligeance de rédiger, à ma demande, sur tout ce qui concerne ce nuage, ou plutôt ce brouillard épais, odorant. Le Rapport est inséré *in extenso* dans le Mémoire.

» Ce brouillard épais avait une altitude de 3 à 4000 mètres et pouvait avoir une épaisseur de 3 à 400 mètres; il était fortement odorant, dans sa partie supérieure seulement; M. Rolier a éprouvé dans cette partie les mêmes effets physiologiques que produit l'ozone en le respirant, comme je m'en suis assuré, en le faisant approcher très-près d'une assez forte machine électrique dont on tirait des étincelles; il a reconnu l'identité des sensations dans les deux cas. Il a éprouvé les effets de cette odeur sur une longueur de 20 kilomètres parcourue par le ballon; la partie inférieure n'a rien produit de semblable sur ses organes. Il a opéré sa descente à 200 kilomètres de la région correspondant à ses observations.

» Un autre fait prouve encore que l'effet était bien dû à l'ozone qui se produit dans les décharges électriques. M. Rolier, pendant son passage dans la partie ozonisée de la brume, n'a pas cessé d'entendre un bruissement léger provenant, suivant toutes les probabilités, de la recomposition des deux électricités. J'ai fait sur lui une expérience dont le résultat confirme l'identité du bruissement qu'il a entendu avec celui que produisent les décharges de corps conducteurs très-rapprochés, chargés d'électricité contraire. M. Rolier, sans aucune préoccupation de phénomènes électriques, a décrit parfaitement l'odeur de l'ozone qui suit la décharge électrique.

» C'est vers 9 heures du soir que, couché sur la neige, sans espoir de secours, il a pu admirer au-dessus de lui les brillants effets d'une aurore boréale qui, ayant commencé à 9 heures du soir, avait une intensité telle à 1 heure du matin, que l'on eût pu lire facilement à sa clarté.

» Le ballon, quand il est entré dans le nuage était poussé par le vent du sud-ouest, qui n'était autre que l'alizé supérieur. Le nuage, vu de la mer, paraissait stationnaire, sa formation ne pouvait donc être attribuée à la

condensation subite des vapeurs transportées par ce vent. On doit la rapporter en grande partie aux brumes qui se forment constamment au-dessus des lacs très-nombreux qui couvrent le sol de la Norwége. Ces brumes, en s'élevant, emportent avec elles l'électricité négative qu'elles ont enlevée à la Terre. De Saussure, qui a vu se former dans les Alpes de semblables brumes, a constaté qu'elles étaient électrisées négativement. Volta et Trales ont fait des observations du même genre.

» L'électricité négative, que transportent au nuage les brumes, neutralise l'électricité positive qu'il possède; mais, comme l'observation de M. Rolier montre que la recomposition ne s'opère que dans la partie supérieure, à en juger par la présence de l'ozone qui s'y trouve, et non dans la partie inférieure, il faut en conclure que la partie supérieure est la seule qui reçoive constamment de l'électricité positive des régions supérieures, la recomposition ayant lieu au contact des deux nappes électrisées différemment. Il peut se faire néanmoins que le vent du sud-ouest y apporte son contingent; mais il ne peut être que faible relativement à celui fourni par l'atmosphère.

» Cette charge d'électricité positive par la partie supérieure est invoquée par M. Colladon, bien connu de l'Académie, qui vient de publier un Mémoire plein d'intérêt sur les effets de la foudre, dans lequel se trouve le passage suivant, en parlant d'un fort éclair foudroyant :

« Les grands orages semblent obéir à une loi d'impulsion générale autre que les vents régnant à la surface du sol; les nuées semblent en quelque sorte chargées d'établir l'équilibre entre le ciel et la terre, sont des espèces d'aurores boréales ambulantes, en ce sens qu'elles puisent incessamment dans les hautes régions des torrents d'électricité, et qu'elles les versent dans le sol en sillons de feu presque verticaux qui se multiplient surtout dans leur partie antérieure, et pour ainsi dire à leur avant-garde. »

» La stabilité du nuage n'était qu'apparente, puisque le ballon, une fois entré dans son intérieur, a continué à être emporté par le vent S.-O.; on observe des effets du même genre au-dessus des pics dans les montagnes, où se forment des nuages qui semblent s'y fixer et former une espèce de chapeau, mais qui, en réalité, sont emportés par le vent à mesure de leur formation.

» Il y a une grande différence entre les nuages orageux et les brumes fortement électrisées des régions polaires. La formation des premiers exige une évaporation rapide et une condensation qui l'est également; dans ce cas, comme l'a dit Gay-Lussac, toute l'électricité, qui se trouvait dans l'espace occupé par la vapeur, se porte à la surface du nuage quand il est

devenu bon conducteur, et il s'opère une décharge quand il se trouve dans la sphère d'activité de la Terre ou d'un autre nuage chargé d'électricité contraire. Dans les brumes, il n'en est pas ainsi : l'électricité ne se porte pas à la surface, à cause d'une conductibilité imparfaite, mais bien sur celle de chaque globule vésiculaire; la décharge n'est plus alors instantanée, mais bien successive, quand deux brumes, chargées, chacune, d'une électricité contraire, se mêlent ensemble. De la recomposition plus ou moins rapide des deux électricités résultent de l'ozone et, par suite, un nuage odorant ou ozoné.

» Cette grande quantité d'électricité qui se trouve dans les régions septentrionales et les régions polaires a lieu de surprendre, quand on sait que le nombre des orages diminue en approchant des pôles; mais cette absence d'orage dans les régions polaires est facile à concevoir, d'après ce que je viens de dire sur la formation des orages dans les basses latitudes et sur celle des brumes électrisées dans les hautes latitudes : sous les basses latitudes, il y a décharge immédiate des nuages orageux; sous les hautes latitudes, décharge lente et continue, produisant continuellement de l'ozone, et dès lors absence d'orage.

» Dans le Mémoire, j'ai rattaché les aurores boréales aux brumes ozonées, dans la partie supérieure seulement. Mairan, dans son *Traité des aurores*, dit que l'aurore boréale a, en général, l'apparence d'un brouillard assez obscur vers le nord, avec un peu plus de clarté vers l'ouest que dans le reste du ciel. Ce brouillard prend peu à peu la forme d'un segment de cercle, etc.

» La Commission scientifique envoyée dans le Nord, de 1838 à 1839, à la tête de laquelle se trouvaient MM. Bravais et Lottin, a donné la description la plus complète qu'on ait eue encore des aurores boréales. Leurs observations ont été faites à Bossekop (West-Finmarck), situé à 70 degrés de latitude, dans la baie d'Altona. Cette baie s'étend, dans la direction du nord au sud, comme un large fleuve, dont les sinuosités vont se perdre derrière plusieurs promontoires, de sorte que Bossekop semble être sur les bords d'un lac entouré de sapins et de montagnes : cette configuration des environs de Bossekop est précisément celle de la partie de la Norwége au-dessus de laquelle s'était formé le brouillard épais dont il a été question précédemment. Sur 143 aurores boréales observées pendant 206 jours, le phénomène a commencé le soir entre 4 et 8 heures; la brume légère qui règne presque habituellement au nord de Bossekop, à la hauteur de 4 à 6 degrés, se colore à la partie supérieure, etc. Viennent ensuite les phénomènes lumineux. On voit par là que l'aurore boréale commence

par une brume, avant l'apparition des couleurs, dans la partie supérieure de laquelle se forme l'ozone par des décharges électriques successives, et en quantité suffisante pour affecter vivement les organes de la respiration.

» L'apparition des aurores boréales est toujours accompagnée de courants électriques dans l'air et dans la terre, lesquels agissent non-seulement sur les aiguilles de boussole, mais encore sur les fils conducteurs des télégraphes électriques.

» En 1859, le P. Secchi annonçait que les perturbations considérables causées dans les instruments magnétiques semblaient indiquer une augmentation dans la force magnétique du globe. La même année, lors de l'apparition des aurores boréales du 29 août et du 2 septembre, on a reconnu, à Paris, avec des appareils enregistreurs, que l'apparition du phénomène coïncide avec le lever du Soleil, observation très-importante à mentionner.

» Les câbles sous-marins sont également parcourus par des courants électriques durant les aurores. Pendant les orages, à l'instant où l'éclair brille, il s'opère une décharge instantanée dans les appareils télégraphiques, tandis qu'ils ont une durée plus ou moins longue pendant les aurores boréales; ce qui résulte de la continuité des décharges auxquelles on rapporte ces dernières.

» Le P. Denza, pendant l'aurore boréale du 4 février 1872, visible dans toute l'Italie, constata également de grandes perturbations dans les appareils magnétiques; il avait observé, quelques jours auparavant, dans le Soleil de très-nombreuses taches superficielles. Le 3 février, la chromosphère était fortement agitée et dans un état anormal. De 10 à 11 heures du matin, il observa parmi ces taches une belle éruption, dont la hauteur était de 3 minutes.

» M. Tacchini, à Palerme, constata une grande activité solaire pendant le mois de février. Ces observations semblent indiquer une coïncidence entre les aurores boréales et les éruptions solaires.

» Indépendamment des courants atmosphériques qui se manifestent sur tout le globe lors de l'apparition des aurores boréales, il paraît exister dans la terre des courants électriques permanents, dont Matteucci a constaté l'existence, en se mettant à l'abri des effets électrochimiques, sur des conducteurs métalliques de 25 à 30 kilomètres de longueur, placés l'un dans la direction du méridien magnétique, l'autre dans une direction perpendiculaire. Ces expériences l'ont conduit à des conséquences dont voici les principales : 1° Dans les circuits mixtes, il y a toujours des courants plus

ou moins constants, dus à une cause terrestre; 2° l'intensité des courants augmente avec la profondeur; 3° dans la ligne méridienne, le courant a toujours une direction constante; ce courant entre dans le galvanomètre par la ligne métallique venant du sud; il présente dans les vingt-quatre heures deux maxima et deux minima. Le rapport entre le maximum et le minimum est de 2 : 1. La présence du Soleil exerce donc une influence sur le phénomène; 4° la ligne équatoriale présente des résultats bien différents et sujets à de grandes variations. Souvent l'aiguille reste à zéro; tantôt elle oscille dans un sens ou dans un autre de 2 à 3 degrés et même jusqu'à 14 ou 15 degrés. La direction de ce courant a été le plus souvent de l'ouest à l'est.

» Les causes qui dégagent de l'électricité, je le répète, soit à la surface de la terre, soit dans l'air, sont insuffisantes pour rendre compte de toute l'électricité qui se trouve dans les régions supérieures de l'atmosphère, laquelle sert à la production des aurores boréales dont l'origine est atmosphérique, comme l'a si bien démontré M. de La Rive par sa belle expérience des décharges électriques dans le vide, et des phénomènes qui les accompagnent.

» Il paraît, d'après ce qui précède, qu'en partant du principe que j'ai adopté et dont j'ai exposé toutes les conséquences qui en découlent naturellement, tous les astres du système solaire ayant même origine et même composition, et le refroidissement de chacun d'eux étant en rapport avec leurs dimensions respectives, tous les phénomènes physiques et chimiques doivent être les mêmes, à l'intensité près, en prenant chaque astre, dans la même phase de refroidissement. Je puis donc partir de ces principes pour montrer comment il est possible d'attribuer une origine solaire à l'électricité atmosphérique. »

PHYSIQUE CÉLESTE. — *Lettre de* M. **Faye** *à M.* Becquerel *sur l'origine solaire de l'électricité atmosphérique.*

« J'ai lu avec le plus vif intérêt votre nouveau travail sur l'origine solaire que vous attribuez à l'électricité atmosphérique en vous appuyant sur les doctrines modernes relatives à la constitution physique du Soleil. Il reste pourtant, dans cette belle et curieuse étude, une certaine lacune, et comme je crois que mes travaux sur la force répulsive pourraient vous aider à la combler, je me permets de vous adresser la brochure ci-jointe qui vous donnera une idée de mes conclusions relatives à cette force.

» Selon vous l'hydrogène lancé par le Soleil sous forme de protubérances

doit être à l'état d'électricité positive; il communique cette électricité à notre atmosphère par l'intermédiaire des poussières cosmiques qui circulent dans l'espace et qui viennent fréquemment en collision avec la couche d'air qui nous environne. Cette dernière hypothèse me paraît être un point faible; mais si vous considérez que la photosphère exerce dans l'espace une force répulsive très-sensible sur les corps légers, vous serez conduit à supprimer l'intermédiaire ci-dessus et à admettre que l'hydrogène solaire, excessivement raréfié, peut se répandre dans l'espace et arriver jusqu'à nous, malgré l'attraction solaire, apportant avec lui l'électricité positive dont il était primitivement doué.

» Voici en effet les caractères que j'ai reconnus à la force répulsive solaire dont l'existence est mise en pleine lumière par les phénomènes gigantesques que les comètes nous présentent : 1° Cette force cosmique n'est pas proportionnelle aux masses comme l'attraction, mais aux surfaces; 2° insensible sur les corps très-denses, tels que les planètes, elle peut produire des effets très-marqués sur les corps énormément raréfiés comme les nébulosités des comètes ou les émissions hydrogénées du Soleil.

» Il résulte de là que la force répulsive du Soleil serait parfaitement capable d'expulser au loin et de mouvoir dans des orbites hyperboliques presque rectilignes des molécules hydrogénées, séparées de la chromosphère et parfaitement indépendantes les unes des autres, pourvu qu'elles fussent réduites à une ténuité comparable à celle des nébulosités des comètes. Ces effluves non gazeuses peuvent atteindre et dépasser l'orbite de la Terre tout comme les effluves cométaires qui obéissent sous nos yeux à la même force.

» Quant au rôle de l'électricité dans ces phénomènes, voici comment je le concevrais, pour entrer absolument dans vos idées. Nous savons que la transmission électrique ne s'exerce pas dans le vide; il lui faut (entre les deux corps en présence) un milieu fluide interposé; c'est pour ce motif sans doute que vous avez fait intervenir des corpuscules météoriques répandus dans l'espace planétaire. Mais on peut très-bien concevoir une molécule électrisée, chassée dans le vide par la répulsion solaire, et emportant avec elle son électricité qui ne se fera sentir qu'au moment où cette molécule pénétrera dans un nouveau milieu gazeux plus ou moins raréfié. Le vide conserverait en quelque sorte cette électricité moléculaire pendant la durée du trajet de la molécule entre le Soleil et la planète considérée.

» Quant à la force répulsive du Soleil, incontestable dans son existence et dans son mode d'action, sa cause ou son origine n'est pas encore connue.

J'ai émis l'hypothèse qu'elle résultait immédiatement de l'incandescence de la photosphère et était identique à la répulsion ordinaire due à la chaleur.

» Ainsi, en admettant avec vous comme bien établi qu'il faut chercher en dehors du globe terrestre la source de l'électricité atmosphérique, et que cette source est le Soleil lui-même, vous voyez que l'action répulsive exercée par la photosphère sur les dernières particules d'hydrogène excessivement raréfié qui l'entourent ou qui en jaillissent, rend aisément compte de ce transport de l'électricité du Soleil à la Terre qui m'avait d'abord semblé être le côté faible de votre théorie. Sans doute il serait fort singulier de voir le rôle du Soleil se compliquer ainsi et d'avoir à y considérer une émission continuelle d'hydrogène excessivement rare s'effectuant dans tous les sens. Mais il ne faut pas oublier que l'électricité atmosphérique est elle-même très-faible et n'exige pas pour son entretien un afflux bien notable de matière étrangère. La masse du Soleil peut ainsi diminuer avec assez de lenteur pour que l'effet de cette diminution sur les mouvements des planètes échappe complétement aux observations les plus délicates.

» Reste la difficulté qui consiste dans le manque à peu près absolu d'hydrogène dans notre atmosphère; mais vos importantes remarques sur l'ozonisation de l'oxygène, qui se produit même dans des couches très-élevées, nous aiderait peut-être à comprendre la disparition du gaz solaire par sa combinaison incessante avec l'ozone terrestre (1).

» J'avoue néanmoins que je n'ai pas bien saisi le raisonnement au moyen duquel vous vous débarrassez de l'accumulation progressive de l'électricité négative qui devrait se produire dans le corps même du Soleil et de l'accroissement également progressif d'électricité positive qui devrait se produire à la longue sur notre globe.

» Si, passant sur ces difficultés, on admettait complétement vos vues sur l'origine solaire de l'électricité atmosphérique, la science se trouverait en possession d'une nouvelle manifestation de la force répulsive déjà révélée par la figure et l'accélération des comètes. De plus, les tentatives récentes, qui ont eu pour objet de rattacher à l'influence solaire l'apparition périodique des aurores boréales, acquerraient un fondement solide.

» Je désire, Monsieur et honoré Confrère, que vos savants travaux sur

(1) Il est vrai qu'il devrait en résulter une très-lente diminution séculaire dans la masse de notre oxygène gazeux.

l'électricité reçoivent un pareil couronnement en nous révélant un mode nouveau et inattendu de l'action du Soleil sur les planètes qui l'entourent. Ces idées seront accueillies favorablement à notre époque, car les esprits y semblent tout préparés par une foule de recherches isolées ou de tentatives dont vous aurez fourni le lien. »

ASTRONOMIE. — *Détermination des variations séculaires des éléments des quatre planètes, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune; par* M. LE VERRIER.

« Après avoir présenté à l'Académie, dans la séance du 20 mai, les bases d'un travail étendu concernant les quatre planètes, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, je me suis occupé d'en rédiger les différentes parties, de manière qu'elles puissent être livrées à l'impression.

» Déjà, dans la séance du 26 août, j'ai déposé sur le bureau de l'Académie toute la partie du travail concernant la détermination des actions mutuelles de Jupiter et de Saturne. Il était indispensable de disposer des formules contenues dans ce Chapitre avant de pouvoir aborder l'une des planètes en particulier. Les deux théories dépendent intimement l'une de l'autre.

» Le Chapitre dont j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie le développement et les calculs n'est pas moins indispensable et doit précéder l'exposé de la théorie d'une quelconque des quatre planètes. Les variations progressives que les plans des orbites et les éléments des ellipses éprouvent dans la suite des siècles dépendent les unes des autres et doivent être traitées simultanément.

» Ces variations sont données par seize équations différentielles, qui malheureusement ne sont pas linéaires, et qui offrent de grandes difficultés pour la détermination de leurs intégrales générales. En attendant qu'on parvienne à obtenir leurs expressions, ce qu'on pourra sans doute réaliser par la méthode des approximations successives, nous avons dû en rechercher, par le développement en séries, une solution qui puisse suffire aux besoins de l'Astronomie et se prêter aux discussions que comporteront dans l'avenir les comparaisons de l'ensemble des observations faites pendant une longue suite de siècles.

» On trouve, en effet, dans le travail actuel, les valeurs des éléments pendant 2000 ans, à partir de 1850, déterminées avec toute la précision que réclameront les travaux astronomiques. Le travail concernant cette période offrait des difficultés particulières, parce que la détermination des valeurs numériques des dérivées des éléments à diverses époques dépend des

éléments eux-mêmes qu'il s'agit de déterminer. Plusieurs approximations ont été nécessaires pour obtenir toute la précision désirable ; mais, aujourd'hui ou dans l'avenir, quand on voudra étendre les intégrales à des époques plus reculées, les mêmes difficultés ne se représenteront pas. Connaissant, en effet, les divers éléments pour des époques équidistantes de 500 ans, depuis l'année 1850 jusqu'à l'année 3850, on en pourra conclure les éléments pour 1000 ans plus tard, c'est-à-dire pour l'an 4850, avec une exactitude très-grande et suffisante aux calculs précis des dérivées à cette époque ; ce qui permettra de déterminer par un calcul direct les minimes corrections qu'il faudra appliquer aux valeurs des éléments conclus par extrapolation, pour leur donner la valeur précise qui peut se déduire des équations différentielles.

» On trouve, par exemple, dans les tableaux joints au travail actuel, que l'excentricité de l'orbite de Saturne qui, en 1850, est de 11 549″,92, sera, en l'an 3850, réduite à 10 086″,63. En rapportant les mouvements à l'écliptique et à l'équinoxe de 1850,0, on trouve que la longitude du périhélie qui, en 1850, est de 90° 6′ 12″,0, sera, en 3850, égale à 101°32′35″,5...; ainsi de suite.

» Les grandeurs de ces mouvements séculaires dépendent des valeurs adoptées pour les masses des planètes; et, en admettant qu'ultérieurement on constate, par la comparaison des observations, que les mouvements réels diffèrent des mouvements calculés, c'est en modifiant les valeurs des masses que l'accord pourra être rétabli; ce qui nécessite que l'astronome puisse apprécier l'influence de chaque planète sur le mouvement de chacun des éléments des orbites, et, par exemple, sur les 11° 26′ 23″, 5, dont se déplacera en vingt siècles le périhélie de l'orbite de Saturne. Pour cet usage, nous donnons avec soin la partie de ce mouvement due à chacune des planètes, et notamment aux divers groupes de termes, qui sont du 1er, du 2e, du 3e et du 4e ordre, par rapport aux masses de Jupiter et de Saturne.

» Il nous est arrivé plus d'une fois de faire allusion devant l'Académie aux difficultés que les astronomes rencontreraient pour pouvoir comparer à une même théorie des observations embrassant un grand nombre de siècles ; nous pensons avoir levé la difficulté pour une période de plusieurs milliers d'années. »

FERMENTATIONS. — *Remarques sur l'origine des levûres lactique et alcoolique; par* M. A. Trécul.

« La question de l'origine des levûres a un intérêt si élevé à divers égards, que l'Académie m'excusera de prendre de nouveau la parole. Je suis particulièrement intéressé dans la discussion, puisque des opinions que j'ai souvent soutenues ici sont en cause, et aussi parce que M. Pasteur m'attribue, à la page 983 de ce volume, une opinion qui n'est pas complétement la mienne. Il dit, en effet, que M. Trécul *veut que la levûre soit spontanée.* Cette expression de « *levûre spontanée* » est un terme favori de M. Pasteur, qui l'emploie trop souvent, puisque notre confrère est un adversaire de la *génération dite spontanée.* Je ne me sers guère que de cette dernière forme de langage, et des mots *hétérogénèse* et *hétérogénie* comme ses synonymes. En outre, à la page 990, M. Pasteur semble dire que M. Trécul prétend que la levûre de raisin peut naître des bactéries. J'ai, au contraire, admis l'exactitude de l'assertion de notre confrère sous ce rapport, mais j'ai ajouté que son expérience n'infirme en rien mes observations concernant la levûre de bière, qui ont été faites dans des conditions très-différentes (*voir* la note du bas de la page 989 de ce volume).

» En ce qui regarde l'origine des levûres, mes opinions se résument ainsi : Les levûres lactique et alcoolique proviennent directement ou indirectement des matières plasmatiques ou albuminoïdes en dissolution; la levûre lactique peut se changer en levûre alcoolique, celle-ci en *Mycoderma* et le *Mycoderma* en *Penicillium;* ou bien la levûre alcoolique croît en *Penicillium* sans passer par l'état mycodermique. J'ai soutenu encore que les spores du *Penicillium* peuvent se transformer en levûre alcoolique.

» Ces assertions ont été en partie formulées par Turpin et par quelques autres observateurs, que j'ai déjà nommés antérieurement. Elles ont été contestées, parce que l'on a vu à côté d'elles des propositions inexactes; mais il faut savoir prendre, dans les travaux de nos prédécesseurs, ce qu'il y a de bon, et laisser ce qu'ils peuvent contenir de mauvais, si nous ne voulons pas osciller sans cesse entre la vérité et l'erreur.

» Acceptons donc ce qu'il peut y avoir de bon dans l'œuvre de Turpin et de ses successeurs. M. Pasteur lui-même va nous aider à le trouver. En 1862 (*Bull. de la Soc. Chim. de Paris*), notre confrère montrait que le *Mycoderma vini* peut se changer en levûre alcoolique. En 1868, sans connaître son travail, j'ai obtenu un résultat analogue avec le *Mycoderma cervisiæ*, en faisant voir que les jeunes individus subissent cette transforma-

tion, tandis que ceux qui sont trop âgés meurent ou languissent sans pouvoir s'adapter au nouveau genre de vie, c'est-à-dire à vivre plongés dans le liquide, au lieu de végéter à l'air libre comme ils faisaient auparavant.

» Ainsi, voilà un fait acquis à la science! La levûre alcoolique peut se changer en *Mycoderma*, comme l'a annoncé Turpin (j'ai dit l'avoir vérifié), et le *Mycoderma* peut se transformer en levûre, comme l'a vu M. Pasteur pour le *Mycoderma vini*, et comme je l'ai observé moi-même pour le *Mycoderma cervisiæ*. J'y ai ajouté l'assimilation des bactéries mobiles ou immobiles à la levûre lactique, et la transformation de cette dernière en levûre alcoolique.

» Pour la première de ces assertions, on ne saurait guère en douter. Les recherches de M. Hoffmann, que j'ai déjà citées, tendent à démontrer l'origine bactérienne que j'attribue à la levûre lactique. L'expérience est si simple que les exemples se présenteront d'eux-mêmes pendant les constatations qu'auront à faire les commissaires que l'Académie voudra bien nommer pour examiner d'autres points de la discussion.

» Il resterait à établir la parenté de la levûre alcoolique avec la levûre lactique ou les bactéries, et celle de ces dernières avec les matières albuminoïdes ou plasmatiques.

» Sous ce dernier rapport, la question sera résolue, si l'Académie veut faire vérifier la naissance que j'ai attribuée aux *Amylobacter*, dans l'intérieur de cellules fermées et à parois épaissies, occupant encore leur place naturelle dans le fragment de rameau auquel elles appartiennent.

» Cette origine des *Amylobacter*, due à la transformation des matières plasmatiques, et des observations récentes de quelques autres savants, qui concordent entièrement avec les miennes, justifient la définition suivante que j'ai donnée de l'*hétérogénie* en 1867 (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 521). Je disais que c'est « *une opération naturelle par laquelle la vie, sur le point d'abandonner un corps organisé, concentre son action sur quelques-unes des particules* » *de ce corps, et en forme des êtres tout différents de celui dont la substance a été* » *empruntée.* »

» Cette définition n'avait pour but que d'exprimer ce qui se passe pendant la putréfaction des matières en macération. Elle serait trop restreinte si l'on voulait prendre en considération les modifications qu'ont dû subir les êtres organisés dans la nature pendant la série des siècles.

» Puisque notre planète a été incandescente, il est clair que par son refroidissement continu les milieux dans lesquels vivent les êtres organisés changent sans cesse, et que ces êtres sont contraints de se modifier avec la

nature des milieux. Cette influence des milieux ne saurait être niée. Elle est mise hors de doute par les formes si nombreuses que revêt la plante à laquelle j'attribue la levûre lactique et la levûre alcoolique, par le *Penicillium glaucum*. Ce petit végétal et le *Mucor mucedo* se modifient avec une facilité surprenante, suivant les circonstances dans lesquelles ils vivent, et les formes qu'ils prennent sont telles que l'on en a fait des espèces et des genres différents.

» On ne manquera pas de me dire : Ces espèces et ces genres sont défectueux et ils doivent être supprimés. Il n'y a pas d'espèces diverses, puisque toutes ces formes reviennent sans faute à la forme primitive. Je crois que c'est là ne pas bien comprendre la nature de l'espèce. Si ces formes repassent à la forme primitive, c'est que, les circonstances étant très-variables, les mêmes circonstances se reproduisent souvent; et comme ces plantes se modifient avec une étonnante facilité, elles reprennent la forme propre à chacune de ces circonstances. Il n'en est pas de même pour les autres êtres organisés. Ils ne se modifient que fort lentement sous l'influence des circonstances actuelles, de sorte que les limites des variations que nous leur connaissons sont fort restreintes. Et puis, dans la série des siècles, les circonstances anciennes ne reviennent plus; par conséquent les formes qu'ont dû affecter les êtres vivants dans ces circonstances ne doivent plus reparaître. Il n'en est pas de même pour nos petits végétaux, et en particulier pour ceux qui constituent les levûres. Je reviens à ceux qui se développent pendant la putréfaction.

» Ainsi que je le rappelais dernièrement, les *Amylobacter*, qui vivent précisément dans les conditions physiologiques si bien exprimées par M. Pasteur, c'est-à-dire comme les levûres, dans un milieu privé d'oxygène libre, montrent que les matières plasmatiques peuvent produire des bactéries amylacées ou non. Je dis *ou non*, parce que les mêmes expériences donnent souvent des corps bactériformes dans des tissus plongés. Toute la substance du latex, par exemple, passe souvent à cet état, après être devenue tout à fait homogène. Il y a constamment dans des utricules de la surface des parties médullaires mises à nu par la section longitudinale des rameaux d'un an ou deux du figuier, des vibrions de longueurs diverses, tandis que les *Amylobacter* se rencontrent dans les cellules situées plus profondément.

» Puisque l'on peut voir les *Amylobacter*, ou bactéries amylacées, naître de granules plasmatiques à l'intérieur des fibres du liber fermées, et que d'autre part les bactéries mobiles d'abord, immobiles ensuite, qui constituent

la levûre lactique, peuvent se changer en levûre alcoolique, il est naturel de penser que, dans l'expérience de M. Pasteur, ce sont les granules ou les matières plasmatiques du raisin qui ont produit la levûre du dixième flacon.

» Notre confrère prétend que ce n'est là qu'une hypothèse. Mais c'est une hypothèse bien mieux fondée que celle qui lui fait admettre l'introduction des poussières de l'air, puisqu'il croit son expérience bien faite jusqu'au moment où il reconnaît un résultat différent de celui qu'il désirait.

» Il faut bien remarquer que M. Pasteur ne juge de la qualité d'une expérience que par le résultat obtenu. Toute expérience est bonne quand elle est contraire à l'hétérogénie; et, sous ce rapport, notre confrère n'est vraiment pas bien sévère. Ne nous disait-il pas, il y a quelque temps déjà (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 1093), qu'un succès sur mille lui suffit. Si 999 expériences étaient favorables à la génération dite spontanée, et qu'une seule fût contraire à cette doctrine, ce serait cette dernière expérience qui devrait être considérée comme bonne. Ainsi pense M. Pasteur. Et quand, sur dix flacons dans lesquels il a mis une goutte de suc vivant de raisin noyée dans une quantité relativement considérable de suc tué par la coction, quand, dis-je, un seul flacon sur dix est fécondé par la goutte du suc vivant dans des conditions aussi défavorables, c'est ce flacon que notre confrère rejette comme ayant été mal disposé.

» Il eût été prudent tout au moins de déclarer l'expérience douteuse. Cette réserve était en quelque sorte commandée à M. Pasteur par ses nouvelles théories. Puisqu'il pense que des cellules, séparées de l'être auquel elles appartenaient, peuvent continuer de vivre, et qu'en elles apparaissent les phénomènes de la fermentation, n'est-il pas logique d'admettre que de telles cellules, qui certainement sont introduites dans ses flacons avec le suc de raisin, ont apporté des matières plasmatiques granuleuses et non granuleuses, susceptibles de végéter aussi, et de produire de la levûre, comme d'autres produisent des *Amylobacter* et des vibrions dans mes expériences (1).

(1) A ces faits, M. Pasteur ne peut opposer la fermentation d'une goutte de suc accompagnée des cellules ou spores qui sont à la suface du raisin, parce que ce sont certainement de ces cellules ou spores qui se changent en levûre, tandis que dans la goutte prise à l'intérieur du raisin, ces cellules sont à former. Comme les matières plasmatiques qui les produisent ne peuvent que difficilement conserver la vitalité nécessaire, dans les conditions défavorables dans lesquelles les place M. Pasteur, il n'y a que rarement fermentation. Une fois sur dix est à mon avis un résultat satisfaisant.

» Cette conclusion paraît appuyée par les observations de MM. Lechartier et Bellamy, qui ont obtenu de la levûre bourgeonnante à divers degrés de développement dans les tissus internes de pommes dont la surface était bien saine, et qui avaient été tenues dans des vases fermés (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 467). Au contraire, *des pommes qui n'ont pas été mises à l'abri de l'air n'ont pas donné de ferment bourgeonnant* (p. 469). M. Pasteur lui-même signale de la levûre développée à l'intérieur de groseilles placées dans une atmosphère d'acide carbonique (*voir* page 983 de ce volume).

» Notre confrère, repoussant encore le résultat de son expérience, prétend que les germes de la levûre sont venus de l'extérieur. Voyons si de ce côté il est arrivé à une donnée plus précise.

» J'avais cru, d'après sa Communication du 7 octobre, qu'il était disposé à admettre la transformation en levûre des spores ou des cellules de champignons qui sont à la surface du raisin. Il dit en effet (p. 781 de ce volume) que *des groupes de cellules jaunes, dont il parlera bientôt, ont une importance capitale dans la question qui nous occupe*. Il constate aussi l'existence « *d'une multitude de corpuscules organisés, ressemblant, à s'y méprendre, soit à des spores de moisissures, soit à une levûre alcoolique, soit à du* MYCODERMA VINI. »

» Ce passage et l'alinéa de la page 787, dans lequel M. Pasteur admet que les spores du *Penicillium glaucum* en germination peuvent donner de l'alcool et de l'acide carbonique, m'avaient engagé à croire qu'il tendait à accepter la transformation de ces spores et de ces cellules en levûre, ainsi que je le soutiens pour les spores du *Penicillium*. J'en exprimais ma satisfaction dans ma dernière Note. Mais, ayant eu l'occasion d'en causer avec notre confrère, à l'imprimerie des *Comptes rendus*, où je le rencontrai, il m'a assuré qu'il n'a jamais pensé que des spores ou des cellules de champignons se transformassent en levûre, et qu'il n'attribue une telle modification qu'aux SPORES du *Mycoderma vini;* enfin que c'est seulement de ces SPORES de *Mycoderma* qu'il s'agit dans la phrase que j'avais citée.

» Je rayai de ma Note l'expression de mon contentement, pour n'être pas en désaccord avec la pensée de l'habile chimiste.

» C'est pourquoi je fus grandement surpris de voir dans le dernier *Compte rendu*, p. 1057, la phrase suivante, qui répond à une objection de M. Fremy : « *J'ai si peu nié*, dit-il, *la production des ferments par les moisis-*
» *sures*, que j'ai annoncé que les moisissures pouvaient, à la volonté de l'o-
» pérateur, jouer ou non le même rôle que les cellules de la levûre, et

» inversement j'ai donné le moyen de provoquer dans la levûre un mode de
» nutrition qui la rapproche des Mucédinées proprement dites (1). »

» Que M. Pasteur me permette de lui faire remarquer que cette phrase ne dit pas du tout que les moisissures se transforment en levûre bourgeonnante; elle exprime seulement que ces cellules déterminent la fermentation de la manière attribuée par M. Pasteur aux cellules des pommes, des prunes, des feuilles de rhubarbe, etc., qui certes ne sont pas identifiées à la levûre proprement dite *bourgeonnante* dans la Note du 7 octobre sur ce sujet (*voir* page 788 de ce vol.); elles sont seulement placées dans des conditions biologiques analogues à celles dans lesquelles vivent les levûres, ce qui est très-différent. Une autre preuve de cette interprétation, c'est qu'il est dit à la page 789 : « *Je me suis assuré que, dans ces phénomènes, la levûre* » *de bière, quand on opère convenablement,* NI AUCUN AUTRE FERMENT *ne* » *prennent naissance.* »

» Voici une autre phrase de la page 787, qui montre que M. Pasteur ne confond pas la levûre de bière et les autres ferments avec les moisissures submergées dans un liquide fermentescible. Après avoir parlé de la végétation du *Penicillium glaucum* dans ces conditions, l'auteur ajoute : « La le-» vûre de bière, ce type des ferments, et les autres ferments organisés que » j'ai découverts, nous apparaissent dès lors comme des plantes ou animal-» cules qui ne diffèrent des organismes inférieurs qu'en ce qu'ils ont la » faculté de vivre et de se multiplier à l'abri du contact de l'air d'une ma-» nière régulière et prolongée. »

» Si notre confrère ne dit pas encore nettement que des cellules ou des spores de certains champignons se transforment en levûre bourgeonnante, il n'en est pas moins avéré pour tout botaniste que ce sont de ces cellules ou spores, qui sont à la surface de la grappe de raisin, que M. Pasteur prend pour les germes du *Mycoderma vini* et de la levûre alcoolique.

» Pourquoi M. Pasteur refuse-t-il d'admettre la modification de quelques-unes de ces cellules ou de ces spores diverses? Rien ne rentre mieux dans sa théorie. Puisque la manière de vivre de ces cellules est considérablement changée, il n'est pas surprenant que leur mode de végétation et de propagation le soit aussi. C'est en effet ce qui a lieu. Si l'Académie veut bien nommer une Commission, il me sera facile de mettre de ces phénomènes de

---

(1) Le dernier membre de phrase est un acheminement vers l'avis de Turpin que j'ai soutenu, savoir, que la levûre de bière se change en *Mycoderma* et en *Penicillium*.

transformation sous les yeux de ses Commissaires, et tout particulièrement la transformation des spores du *Penicillium* en levûre bourgeonnante.

» M. Pasteur nie ce fait, bien certain pourtant, et cela est d'autant plus étonnant, qu'ainsi que je le disais tout à l'heure, il a observé que ces spores peuvent produire de l'alcool et de l'acide carbonique, quand elles sont plongées dans un liquide fermentescible en présence de l'acide carbonique au lieu d'air (1).

» Ce sont toujours, suivant notre confrère, les germes du *Mycoderma vini*, tombés de l'air sur le raisin, qui engendrent la levûre. Mais il ne nous dit pas à quels caractères on peut les distinguer des cellules et des spores de champignons auxquelles ils sont mêlés. Il serait surtout nécessaire de les différencier de ces spores de *Penicillium* que j'ai vues germer sur le raisin, où elles prennent aussi l'aspect de la levûre alcoolique, comme je l'ai dit à la page 988 de ce volume; lesquelles spores peuvent en réalité se changer en levûre, quand elles sont placées dans des conditions favorables.

» Il me paraît évident que la différence d'opinion qui existe sur ce point entre M. Pasteur et moi se trouve dans la circonstance suivante, savoir : que quelques-unes seulement des spores ou cellules de champignons qui sont à la surface du raisin se transforment en levûre alcoolique, et que ce sont elles que M. Pasteur regarde comme les germes du *Mycoderma vini* et de la levûre.

» Ce malencontreux germe cause de bien grands embarras à notre confrère. Aussi m'est-il difficile de concevoir pourquoi cet habile expérimentateur attache tant d'importance à prouver son autonomie. Voyez dans quelle contradiction il est entraîné. Il admet que ce prétendu germe produit à la fois deux sortes de levûres dans la cuve du vigneron. En outre, dans la dernière séance, lorsque je lui faisais observer que la levûre alcoolique peut commencer par des granulations ponctiformes, M. Pasteur répondit que la petite levûre seule est formée de prime saut avec son volume habituel. Et cependant le même observateur nous disait dernièrement qu'il y a sur le raisin un germe qui ressemble à s'y méprendre au *Mycoderma vini* et à la levûre.

---

(1) M. Pasteur ne nous a pas dit exactement dans quelles conditions sont placées les spores de *Penicillium* sur lesquelles il a opéré, ni l'aspect qu'elles ont pris pendant l'expérience. Il serait surtout intéressant de connaître la pression à laquelle elles étaient soumises; car j'ai dit que, pour qu'il y ait formation de levûre alcoolique dans mes études sur des petites quantités, il fallait que le vase fût hermétiquement fermé, pour empêcher le dégagement du gaz acide carbonique, qui exerce une certaine pression.

» Puisque ce germe leur ressemble à s'y méprendre, il a donc le volume de ce *Mycoderma* et de cette levûre; par conséquent, il doit les produire de prime saut avec ce volume initial. D'un autre côté, M. Pasteur dit, à la page 212 du tome LXXIV des *Comptes rendus*, que « la levûre de raisin est identique à la levûre de bière à fermentation basse des bières dites *allemandes*. » J'ai puisé moi-même de la levûre dans une cuve de bière dite *de Bavière*, qui fermentait à + 10 degrés, et je n'ai trouvé de différence entre cette levûre et la levûre ordinaire, prise le même jour dans la même brasserie, que dans le diamètre moyen qui était un peu plus fort pour la levûre de Bavière que pour l'autre variété, le diamètre maximum restant le même chez les deux.

» Eh bien, je puis prouver que la levûre de bière peut commencer par des granulations d'une extrême ténuité. En outre, j'ai souvent eu l'occasion de voir la levûre alcoolique se développer dans des liquides de nature différente, et toujours je l'ai trouvée débutant par de fines granulations.

» On le voit, l'hétérogénie, c'est-à-dire la transformation de la matière ou des êtres organisés, sous l'influence des milieux, nous poursuit dans toutes nos recherches. Elle se présente sans cesse; nous ne pouvons l'éviter. M. Pasteur le sent bien, aussi veut-il se renfermer dans la démonstration de ses huit nouvelles propositions, qui ne sont pas toutes inattaquables. Je ne sais si un chimiste peut s'en contenter; elles ne sauraient suffire à un botaniste. Il faut à ce dernier qu'il sache ce qu'est ce prétendu germe du *Mycoderma vini*, et si la levûre a quelque parenté avec des végétaux connus. Je crois qu'à cet égard on est plus près de la vérité qu'on ne le croit généralement, et qu'il est aisé de démontrer que la levûre de bière et aussi la levûre lactique ne sont que deux des formes si diverses que peut affecter le *Penicillium*. »

Réponse de **M. Pasteur** *à M.* Trécul.

« M. Trécul traite particulièrement deux points principaux dans la lecture que l'Académie vient d'entendre : celui de la transformation de la matière albuminoïde dissoute en cellules de levûre par voie de génération spontanée ou d'hétérogénèse, et en second lieu celui de la transformation des spores du *Penicillium glaucum* en levûre alcoolique de la bière.

» Je ne puis que reproduire ce que j'ai écrit sur ces deux sujets en 1861 et en 1862, et ce que j'ai répété de nouveau devant l'Académie dans le cours de cette discussion :

» 1° Lorsque dans du moût de raisin naturel préalablement filtré une

levûre apparaît, il n'y a pas tous les passages entre le point apercevable et la dimension des cellules de levûre ou des bourgeons détachés de ces cellules, comme cela serait nécessaire dans l'hypothèse de M. Trécul;

» 2° Je n'ai jamais pu obtenir la transformation certaine du *Penicillium* en levûre de bière ou de raisin, pas plus qu'on n'obtient celle du *Mucor mucedo* en ces mêmes levûres; mais j'ai bien reconnu les causes d'erreur possibles dans ce genre d'observations, causes d'erreur que M. Trécul, selon moi, n'aura pas suffisamment écartées (1). »

Réponse de M. Trécul *aux objections de M.* Pasteur.

« C'est bien à tort que M. Pasteur soutient que la levûre de bière apparaît de prime saut avec son volume ordinaire dans les liquides bien filtrés. Il assure que les plus petits granules répandus dans le liquide sont des propagules ou bourgeons détachés des plus grandes utricules ou cellules-mères (qui n'existent pas au début). Pour appuyer cette opinion, il cite une figure de l'ouvrage de M. Pouchet, dans laquelle on voit, dit-il, toutes les transitions entre les plus petits granules et les plus grandes cellules qui bourgeonnent; et il ajoute que l'on ne saurait conclure d'un tel état de choses que la levûre commence par de fines granulations. Si l'on n'avait

---

(1) Que M. Trécul me permette d'ajouter ici quelques mots qui lui feront mieux apprécier, je l'espère, toute la délicatesse de ces recherches et la rigueur que j'essaye d'apporter dans mes conclusions.

Il y a quatre mois environ, lorsque j'ai voulu rédiger l'ensemble de mes expériences relatives à la transformation des articles de *Mycoderma vini* en levûre, des doutes se sont présentés tout à coup à mon esprit sur la vérité du fait dont il s'agit, et qui, pour M. Trécul, on vient de l'entendre, est toujours indiscutable. J'ai craint que tous ces passages, si faciles à constater en apparence quand on suit la méthode de la submersion que j'ai indiquée, ne soient qu'illusion, et que la levûre, qui prend réellement naissance dans les expériences, dérive non des articles de *Mycoderma vini* submergés et plus ou moins privés d'air, mais d'un ou plusieurs germes de cette levûre que l'air aurait apportés pendant la préparation du *Mycoderma*, et dont le développement ne se manifesterait qu'après la submersion du voile. Pour lever ces doutes, j'ai institué les expériences les plus nombreuses, les plus variées, et je n'arrive pas, depuis quatre mois, je le répète, à me satisfaire par des preuves à l'abri de tout reproche. Je conserve encore en ce moment mes doutes. Que, par cet exemple, M. Trécul veuille bien comprendre la difficulté de conclure rigoureusement dans ces études si délicates. Quant à la transformation du *Mycoderma vini* en *Penicillium* ou inversement, annoncée autrefois par Turpin, soutenue depuis lors par divers observateurs, et que M. Trécul vient de défendre de nouveau, je déclare, quant à moi, que cette transformation ne s'est jamais produite dans mes expériences, et que je la considère comme absolument erronée.

qu'un tel mélange de cellules de dimensions diverses, M. Pasteur pourrait être autorisé à défendre l'avis qu'il soutient. Ce n'est pas, en effet, par une seule figure qu'il faut représenter les différents degrés de développement de la levûre; c'est par plusieurs, dont chacune montre une phase de l'évolution de cette levûre.

» En employant du moût de bière parfaitement filtré, ne renfermant aucune granulation, et préparé entre 65 et 70 degrés, il apparaît d'abord une multitude de fins granules qui deviennent des bactéries mobiles, lesquelles, en perdant la faculté de se mouvoir, constituent la levûre lactique, ainsi que je l'ai dit plusieurs fois. Quelques jours après l'apparition des premiers granules, on en distingue d'autres un peu plus volumineux qui sont isolés. Ils grossissent, deviennent graduellement de petites cellules globuloïdes ou elliptiques. Celles-ci ne commencent à bourgeonner que lorsqu'elles ont acquis une dimension relativement considérable, qui approche de celle de la levûre ordinaire. Par conséquent, il y a un temps assez long pendant lequel les jeunes cellules de levûre ne présentent pas de bourgeons, surtout si l'on opère à une température peu élevée, de 20 à 24 degrés.

» En ce qui concerne la transformation des spores du *Penicillium* en levûre alcoolique, qui est niée aussi par M. Pasteur, je l'ai très-souvent obtenue avec des liquides (moût de bière qui avait bouilli, eau d'orge sucrée) qui étaient restés un mois ou six semaines sans donner de fermentation alcoolique. Ces liquides, ensemencés avec des spores de diverses formes de *Penicillium*, choisi encore jeune et de belle végétation, entrait en fermentation après un nombre de jours variable (même à la température de + 12°), à la condition que les flacons fussent bouchés avec un liége bien élastique, qui avait été soumis à une ébullition d'un quart d'heure à une demi-heure au plus, et dont il serait bon, comme je l'ai prescrit, de ne se servir qu'un mois après la coction, pour mieux assurer, par une nouvelle dessiccation, la mort des mycéliums que le liége peut contenir. Il est nécessaire de tenir les flacons couchés pour que le liége soit toujours mouillé, et il est aussi à propos d'agiter les flacons une ou deux fois par jour pour assurer la submersion des spores. Ces conditions remplies, on voit bientôt les spores grossir, perdre peu à peu leur couleur verte, puis bourgeonner, et une fermentation souvent très-énergique se manifester. Toutes les spores seront transformées si la fermeture a été parfaite. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note au sujet de la Communication de M.* Fremy, *insérée au dernier* Compte rendu; *par* M. PASTEUR.

« Je crois que la discussion qui est pendante devant l'Académie, discussion qui a été, l'an dernier, comme dans ces derniers temps, si malencontreusement soulevée par M. Fremy, touche enfin à son terme.

» En effet, M. Fremy, après avoir déclaré itérativement, dans sa dernière Communication écrite, qu'il tient considérablement à l'interprétation des faits et aux théories, ajoute, page 1059 :

« *Si M. Pasteur le désire, j'admettrai l'exactitude de ses expériences, même* » *de celles que je n'ai pas encore contrôlées.* »

» Je m'empresse de déclarer que c'est à cela seulement que j'ai toujours tenu et que je tiens encore, et que c'est là seulement ce que je désire que fasse M. Fremy, à savoir : qu'il admette l'exactitude de mes expériences. Si M. Fremy s'était exprimé, dans la dernière séance, comme je viens de dire qu'il l'a fait au *Compte rendu*, immédiatement j'aurais mis fin à la discussion, c'est-à-dire à la défense de l'exactitude de mes expériences; car l'Académie me rendra cette justice que je n'ai jamais fait que soutenir la vérité des faits que j'avais exposés devant elle. J'ai donné des conclusions à mes expériences, je les ai interprétées comme chacun fait pour ses propres travaux, et comme c'est le droit et même le devoir de tout expérimentateur de le faire, et je crois très-fermement à toutes mes conclusions; mais ce que j'ai maintenu exclusivement devant l'Académie, c'est la vérité des faits nouveaux que je lui ai fait connaître. »

Réponse verbale de M. FREMY *au sujet de la Note de M.* Pasteur.

« Les faits qui se sont produits dans les dernières séances, et surtout ceux qui se rapportent aux fermentations intracellulaires, me paraissent condamner d'une manière si complète les théories de M. Pasteur, que j'ai pu faire, dans la séance du 4 novembre, la déclaration suivante :

« M. Pasteur se trompe entièrement sur l'état actuel de la discussion; elle porte non-seulement sur la constatation de certains faits, mais aussi sur leur interprétation. Si M. Pasteur le désire, j'admettrai l'exactitude de ses expériences, *même de celles que je n'ai pas encore répétées;* je soutiens que, en s'appuyant sur les faits connus, tirés soit des publications de M. Pasteur, soit des miennes, soit de celles des autres observateurs, il est facile de démontrer que la théorie de notre confrère n'est plus soutenable. »

» Tout le monde a compris la valeur de cette déclaration; on a vu que, si j'admettais, *même sans contrôle*, les expériences de notre confrère, c'est

que ces expériences me donnaient raison et qu'elles tournaient contre les théories que soutient M. Pasteur.

» Notre confrère, qui a sans doute ses motifs pour mettre fin à un débat dans lequel il perd évidemment du terrain, s'empare d'une partie de ma déclaration, la commente à sa manière et s'empresse d'annoncer à l'Académie que la discussion est terminée, puisque l'exactitude de ses expériences n'est pas contestée.

» Il ne faut pas jouer ici sur les mots : M. Pasteur sait, mieux que personne, que, dans cette discussion, les expériences ne sont instituées que pour en tirer des conséquences, et que le débat ne peut pas être clos lorsque je soutiens que toutes les expériences, même celles de mon adversaire, me donnent raison : par conséquent j'affirme aujourd'hui, avec des preuves incontestables, que c'est l'organisme qui produit les ferments.

» M. Pasteur vient de faire connaître les motifs qui l'autorisent à déclarer que le débat est clos; moi aussi je dirai prochainement à l'Académie dans quelles conditions la discussion sera, selon moi, terminée.

» Dès aujourd'hui je peux déjà annoncer à notre confrère que l'entente entre nous sera bien difficile, s'il ne répond pas d'une manière satisfaisante à la question que je lui adresse en terminant.

» D'après M. Pasteur, lorsqu'un suc de raisin bien clair éprouve à l'air la fermentation alcoolique, c'est qu'il reçoit des germes de ferment qui se trouvent en suspension dans l'air.

» D'un autre côté, M. Pasteur admet que dans un suc de raisin qui fermente à l'air, les cellules de ferment y apparaissent *de prime saut sans passer par des états intermédiaires d'organisation.*

» Comment notre confrère peut-il faire accorder ces deux faits?

» Je vois dans ces deux affirmations, ou bien une contradiction qui frappera tout le monde, ou un aveu qui est l'abandon même du principe des germes atmosphériques de ferments que notre confrère a soutenu jusqu'à présent. En effet, si les ferments viennent de l'air et si le ferment apparaît de prime saut dans un moût de raisin, M. Pasteur est obligé d'admettre que ce qu'il a nommé jusqu'à présent *le germe* du ferment *est le ferment alcoolique lui-même avec sa forme et ses dimensions connues; il est donc dans l'air tel qu'on l'observe dans un suc de raisin qui fermente.*

» Si M. Pasteur est obligé de renoncer à cette hypothèse des germes atmosphériques de ferments qui sont invisibles et insaisissables, s'il admet que l'air contient de véritables cellules de ferment, que l'on peut recueillir et étudier, j'affirme que la discussion a fait un grand pas, et que son

terme est prochain. En effet, je prends l'engagement de démontrer avant peu à tous les partisans de M. Pasteur qu'il n'existe pas de cellules de ferment alcoolique dans des milieux gazeux où la fermentation alcoolique se produit facilement, et que par conséquent les ferments sont engendrés par l'organisme. »

M. Pasteur ajoute :

« Puisque M. Fremy me donne satisfaction sur l'exactitude de mes expériences, je déclare la discussion close en ce qui me concerne; dans le cas contraire, j'aurais persisté dans la proposition que j'ai faite lundi à l'Académie de nommer une Commission. »

M. Becquerel fait hommage à l'Académie des pièces suivantes, qui sont relatives aux travaux scientifiques de feu M. le Maréchal *Vaillant*, et qu'il la prie de vouloir bien conserver dans ses archives :

1° Un Mémoire du Maréchal Vaillant, ayant pour titre : « Des forêts et de leur influence sur les pluies et les cours d'eau »;

2° Observations de M. Becquerel sur ce Mémoire;

3° Une Notice historique inédite sur ses travaux comme ingénieur et les services qu'il a rendus à son pays; par M. Becquerel.

L'Académie accepte ces pièces en dépôt : elles seront conservées au Secrétariat.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Études sur les types ostéologiques des Poissons osseux* (4e Partie); *par* M. Dareste.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« J'ai indiqué, dans ma précédente Communication, les caractères d'un certain nombre de types crâniens appartenant au premier ordre. Ayant choisi ces types parmi les plus aberrants, il n'était pas difficile de les définir.

» Mais ces types ne sont représentés que dans un nombre relativement restreint de Poissons osseux. La plupart des Poissons osseux qui appartiennent au premier ordre ont une telle ressemblance dans la conformation de leur tête osseuse, que la distinction et la définition des types deviennent très-difficiles. On peut y parvenir en tenant compte de particularités qui semblent au premier abord n'avoir qu'une faible importance, mais qui, cependant, par leur constance dans certains groupes, fournissent d'excellents caractères indicateurs.

» C'est ainsi que le plus grand nombre des Acanthoptérygiens de Cuvier, et aussi quelques Malacoptérygiens, comme les véritables Salmones, présentent plus ou moins exactement la forme de tête de la Perche que Cuvier a décrite au commencement de son *Histoire des Poissons*, et qui est devenue le type de presque toutes les descriptions ostéologiques qui se rattachent à cette classe, forme plus ou moins aplatie supérieurement, et présentant en arrière, dans la région occipitale, cinq crêtes : une crête mitoyenne formée par l'interpariétal, deux crêtes intermédiaires s'étendant sur les pariétaux et les occipitaux externes; enfin deux crêtes latérales sur les mastoïdiens. Ces crêtes sont tantôt très-développées et tantôt très-réduites; mais on en retrouve toujours les rudiments.

» Malgré cette ressemblance très-grande, on parvient cependant à caractériser la plupart des types qui se rattachent à la forme générale. Il n'est guère qu'une seule de ces familles dont je n'ai pu encore définir le type crânien : c'est la famille des Percoïdes. J'ai trouvé en effet, dans cette famille, une assez grande variété de formes, et je présume qu'on y reconnaîtra, quelque jour, plusieurs types crâniens, même après qu'on en a séparé, avec M. Agassiz, les *Trachines* et les *Uranoscopes*, dont le type est manifestement autre.

» Les Sciénoïdes, qu'il est si facile de reconnaître au premier abord par les cavités qui existent dans les os de leur tête, sont caractérisés, d'une part, par l'obliquité de la ligne supérieure de la tête, comparée avec l'horizontalité de celle qui est formée par l'occipital basilaire et le sphénoïde postérieur; d'autre part, par le développement du sphénoïde antérieur qui se prolonge en avant de l'ouverture antérieure de la cavité crânienne, et forme souvent une cloison interorbitaire osseuse plus ou moins complète.

» Les Sparoïdes, qui n'ont point les os caverneux des précédents, sont caractérisés par la courbure de la face supérieure du crâne, courbure qui s'accompagne d'une courbure en sens opposé de l'occipital basilaire et du sphénoïde. Les crêtes sont assez développées, mais elles ne dépassent pas en avant un rebord saillant à convexité antérieure, qui se voit à la partie postérieure des pariétaux. Il résulte de la courbure du crâne que la région occipitale descend obliquement d'avant en arrière. C'est au type des Sparoïdes que se rattache le genre *Amphacanthus*, rattaché jusqu'à présent à la famille des Theutyes.

» Les Labroïdes ressemblent beaucoup aux Sparoïdes par leur type crânien : ils en diffèrent par l'absence de la courbure du basilaire et du sphé-

noïde postérieur, et aussi par l'existence d'un seul os pharyngien inférieur, caractère d'après lequel Müller avait établi un ordre particulier, celui des *Pharyngognathes*, ordre qui me paraît inadmissible.

» Le type des Chétodons, dont il faut distraire les genres *Brama* et *Pempheris*, ressemblent beaucoup à celui des Sparoïdes, dont il est en quelque sorte l'exagération. La ligne horizontale formée, au-dessous du crâne, par le sphénoïde postérieur et l'occipital basilaire, se redresse fortement en arrière, de telle sorte que la cavité crânienne, au lieu d'être horizontale, est fortement inclinée d'arrière en avant. L'interpariétal s'avance considérablement entre les frontaux, et présente une crête fort élevée qui fait suite à la ligne du profil antérieur du crâne. Les deux crêtes pariétales sont beaucoup moins développées et placées sur un niveau plus bas. Les mastoïdiens sont encore plus abaissés. La courbure supérieure du crâne a pour effet d'enfermer la partie supérieure de l'œil dans une cavité demi-circulaire, tandis que dans les autres poissons les frontaux principaux recouvrent l'orbite d'une lame en forme de plafond. Les frontaux antérieurs ne sont point séparés par l'ethmoïde, et forment en avant du crâne une fosse unique pour les narines. L'ethmoïde n'existe pas toujours, au moins à l'état d'os; quand il existe, il passe au-dessus des frontaux antérieurs sans se souder à eux.

» Le type des Acanthures et celui des Balistes rappellent, dans des conditions générales, le type des Chétodons. Ils s'en distinguent par le grand développement de l'ethmoïde, qui sépare ici les frontaux principaux; par l'écartement des frontaux principaux et des palatins; par la *plectognathie*. Les crêtes pariétales et occipitales sont beaucoup moins marquées.

» Dans ces types, Labroïdes, Sparoïdes, Chétodons, Acanthures, le crâne est plus ou moins comprimé, et se développe plus ou moins dans le sens vertical; il en est d'autres chez lesquels le crâne est plus ou moins aplati et s'étend dans le sens horizontal.

» Tels sont les deux principaux types que présente la famille des Scombéroïdes : l'un présenté par les véritables Scombres et les Thyrsites, auxquels il faut joindre les *Lépidopes*, et très-probablement aussi les *Trichiures*; l'autre qui appartient à tous les autres genres de cette famille (sauf les Espadons, les Notacanthes, et le Poisson Saint-Pierre), et de plus aux genres *Brama* et *Pempheris*, qu'il faut séparer des Chétodons.

» Dans le premier type, la face supérieure du crâne est à peu près plate. Elle présente seulement à la partie postérieure des frontaux principaux un rebord saillant, en forme d'angle à ouverture antérieure, et d'où naissent

l'indication de la crête interpariétale, des crêtes des occipitaux externes, des crêtes mastoïdiennes, et enfin de celles des frontaux postérieurs. Dans l'autre type, de beaucoup le plus nombreux, la face supérieure du crâne triangulaire et fort large en arrière, par suite du développement du rocher, est plate, mais surmontée de crêtes fort élevées qui présentent toujours la même disposition. La crête mitoyenne naît sur les frontaux principaux, et est formée, en avant, par la jonction de leurs bords relevés; elle se continue avec la crête de l'interpariétal. Deux crêtes latérales naissent sur les frontaux, et se bifurquent en arrière, pour donner naissance en dedans à la crête des pariétaux et des occipitaux externes, et à celle des mastoïdiens.

» Le type des Mugiloïdes, qui présente la même forme générale, se caractérise par un plus grand élargissement de la tête, qui représente la crête sur la face supérieure; les frontaux postérieurs et les mastoïdiens sont sur un plan un peu inférieur à celui de la face supérieure du crâne.

» Enfin les Salmones ont un crâne à peu près dépourvu de crêtes et remarquable par le très-grand développement des frontaux principaux et la réduction considérable de la région occipitale qui ne se voit pas à la face supérieure du crâne. La composition de la mâchoire supérieure est caractéristique, les maxillaires formant avec l'intermaxillaire le contour de la bouche.

» La famille des Poissons à pharyngiens labyrinthiformes a été rapprochée par Cuvier de la plupart des familles précédentes. Je n'ai pu étudier ces poissons que d'une manière très-incomplète, et par conséquent je n'ai pu définir leurs types crâniens. Toutefois mes études sur ces poissons me montrent qu'il y a là au moins deux types très-différents : celui des *Osphronèmes*, qui est très-voisin de celui des Sparoïdes, et celui des *Anabas*, qui est complétement différent, mais que je suis actuellement dans l'impossibilité complète de définir d'une manière exacte.

» Il me reste maintenant à examiner les poissons qui ne se rattachent pas aux types précédemment décrits. Mais l'insuffisance des matériaux ne me permet de donner à leur égard que des indications incomplètes; ce sera le sujet de ma cinquième et dernière Communication. »

M. DE PIETRA-SANTA adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, une analyse des travaux de M. le Dr *Polli*, sur « les maladies par ferment morbifique, et leur traitement par les sulfites alcalins ».

(Renvoi à la Commission.)

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie deux projets relatifs à l'aérostation, qui avaient été adressés à M. le Ministre de la Guerre, l'un par M. *Hopin*, l'autre par M. *Lamole*.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. Berthelot prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une des deux places actuellement vacantes dans la Section de Physique.

(Renvoi à la Section de Physique.)

ASTRONOMIE. — *Découverte de deux nouvelles petites planètes, faite à l'Observatoire de Paris, dans la nuit du 5 au 6 novembre; par* MM. Paul Henry et Prosper Henry. (Communication de M. Yvon Villarceau.)

Planète (126), 11e *grandeur, découverte par* M. Paul Henry.

	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Mouvement horaire.	Distance polaire N.	Mouvement horaire.
Nov. 5....	$13^h30^m23^s$	$2^h1^m36^s,3$	$-2^s,5$	$76°12'55''$	$+9''$

Planète (127), 11e,5 *grandeur, découverte par* M. Prosper Henry.

Nov. 5....	$11^h47^m47^s$	$2^h1^m53^s,9$	$-2^s,4$	$76°17'53''$	$+5''$. »

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (126) *et* (127), *faites à Marseille; par* M. Stephan. Extrait d'une Lettre à M. Yvon Villarceau.

« J'ai appris, par le *Bulletin*, la double découverte des nouvelles planètes de MM. Paul et Prosper Henry. Malgré le mauvais état du ciel, je suis parvenu, avec l'aide de M. Coggia, à prendre quelques pointés de ces deux astres, dont je vous adresse deux positions. Ces observations ont été faites avec l'Équatorial de M. Eichens, dont l'installation a été terminée aujourd'hui même.

» Je vous serais reconnaissant de dire en peu de mots à l'Académie que j'aurai l'honneur de lui adresser dans quelque temps une description complète de ce bel instrument, dont les qualités me semblent, à première vue, des plus remarquables. Entre autres détails, le mécanisme d'éclairage fonctionne admirablement, et fait le plus grand honneur à son habile constructeur.

Planète (126).

	Temps moyen de Marseille (Longchamp).	Ascension droite.	Distance polaire.
Nov. 9........	$10^h37^m23^s$	$1^h58^m8^s,33$	$76°25'54'',3$

Planète (127).

Nov. 9........	$11^h23^m42^s$	$1^h58^m20^s,18$	$76°25'21'',7$

» L'étoile de comparaison commune aux deux planètes est 948 W.HI; 9e. La position moyenne adoptée est

Ascension droite.	Distance polaire.
$1^h54^m20^s,92$	$76°19'46'',1.$ »

« **M. Yvon Villarceau**, au sujet de l'Équatorial qui vient d'être installé à l'Observatoire de Longchamp, à Marseille, croit devoir mentionner que cet instrument, proposé il y a quelques années, a été l'objet d'une étude soigneusement élaborée par le Conseil de l'Observatoire de Paris et l'artiste qui a été chargé de l'exécution. »

GÉOMÉTRIE. — *De l'accélération dans le déplacement d'un système de points qui reste homographique à lui-même; par* **M. H. Durrande.**

« **1.** Dans deux Notes insérées dans les *Comptes rendus de l'Académie* (1) et dans un travail plus complet qui sera publié prochainement, je me suis occupé des propriétés du déplacement d'un système de points, pouvant se déformer de telle sorte que les vitesses des divers points aient pour projections sur les trois axes coordonnés des fonctions linéaires des coordonnées des points correspondants. Je me propose de continuer cette étude en abordant la question des accélérations, et par suite celle des forces capables de produire un tel déplacement. La présente Note est un extrait de la seconde partie de mon travail.

» **2.** Dans la première des Notes précédentes, j'ai démontré que les expressions des vitesses composantes d'un point du système par rapport à un autre point du système pris pour origine sont, en désignant par ρ le rayon vecteur du point (x, y, z); par (α, β, γ) les angles de ce rayon vecteur avec les axes; par ε le rapport $\frac{1}{\rho}\frac{d\rho}{dt}$; par ε_1, ε_2, ε_3 les trois valeurs principales de ε; par θ une vitesse angulaire définie par les relations

$$\frac{d(\cos\alpha)}{dt} = \frac{d\sigma}{dt}\cos\xi = \theta\cos\xi,\quad \frac{d(\cos\beta)}{dt} = \frac{d\sigma}{dt}\cos\eta,\quad \frac{d(\cos\gamma)}{dt} = \frac{d\sigma}{dt}\cos\zeta = \theta\cos\zeta;$$

(1) *Comptes rendus* des 18 septembre 1871 et 6 mai 1872.

et par p, q, r les composantes d'une vitesse angulaire ω telle qu'on la considère dans le mouvement d'un corps solide :

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = \varepsilon x + \rho\theta\cos\xi = \varepsilon_1 x - ry + qz, \\ \dfrac{dy}{dt} = \varepsilon y + \rho\theta\cos\eta = rx + \varepsilon_2 y - pz, \\ \dfrac{dz}{dt} = \varepsilon z + \rho\theta\cos\zeta = -qx + py + \varepsilon_3 z. \end{cases}$$

Et l'on a, entre les paramètres de ces deux modes d'expression des vitesses, les relations

$$(2)\quad \begin{cases} \varepsilon\cos\alpha + \theta\cos\xi = \varepsilon_1\cos\alpha - r\cos\beta + q\cos\gamma = \varepsilon_1\cos\alpha + \omega'\cos\xi', \\ \varepsilon\cos\beta + \theta\cos\eta = \varepsilon_2\cos\beta + r\cos\alpha - p\cos\gamma = \varepsilon_2\cos\beta + \omega'\cos\eta', \\ \varepsilon\cos\gamma + \theta\cos\zeta = \varepsilon_3\cos\gamma + p\cos\beta - q\cos\alpha = \varepsilon_3\cos\gamma + \omega'\cos\zeta'; \end{cases}$$

en posant

$$(3)\quad \omega' = \omega\sin(\widehat{\omega, \rho}), \quad \cos\xi' = \frac{\dfrac{q}{\omega}\cos\gamma - \dfrac{r}{\omega}\cos\beta}{\sin(\widehat{\omega, \rho})}, \ldots$$

Des relations (2) on déduit facilement les suivantes :

$$(4)\quad \varepsilon = \varepsilon_1\cos^2\alpha + \varepsilon_2\cos^2\beta + \varepsilon_3\cos^2\gamma,$$

$$(5)\quad \varepsilon^2 + \theta^2 = \Sigma\varepsilon_1^2\cos^2\alpha + \omega'^2 + 2\omega'\Sigma\varepsilon_1\cos\alpha\cos\xi',$$

$$(6)\quad \theta\,\Sigma\cos\xi\cos\xi' = \theta\cos\tau = \Sigma\varepsilon_1\cos\alpha\cos\xi' + \omega',$$

$$(7)\quad \theta^2 - 2\theta\omega'\cos\tau + \omega'^2 = \Sigma(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2\cos^2\alpha\cos^2\beta.$$

La relation (4) montre, en particulier, que *le coefficient ε de la vitesse de déformation linéaire varie en raison inverse des carrés des rayons vecteurs d'une surface du second ordre que j'ai appelée* déformatrice.

» 3. Si l'on différentie une seconde fois les expressions des vitesses, on aura

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \mathrm{J}'_x + \mathrm{J}''_x, \quad \frac{d^2y}{dt^2} = \mathrm{J}'_y + \mathrm{J}''_y, \quad \frac{d^2z}{dt^2} = \mathrm{J}'_z + \mathrm{J}''_z,$$

en posant

$$(8)\quad \begin{cases} \mathrm{J}'_x = \left(\varepsilon_1^2 + \dfrac{d\varepsilon_1}{dt}\right)x - r(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)y + q(\varepsilon_1 + \varepsilon_3)z = \mathcal{E}_1 x - \mathrm{R}y + \mathrm{Q}z, \\ \mathrm{J}'_y = r(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)x + \left(\varepsilon_2^2 + \dfrac{d\varepsilon_2}{dt}\right)y - p(\varepsilon_2 + \varepsilon_3)z = \mathrm{R}x + \mathcal{E}_2 y - \mathrm{P}z, \\ \mathrm{J}'_z = -q(\varepsilon_1 + \varepsilon_3)x + p(\varepsilon_2 + \varepsilon_3)y + \left(\varepsilon_3^2 + \dfrac{d\varepsilon_3}{dt}\right)z = -\mathrm{Q}x + \mathrm{P}y + \mathcal{E}_3 z; \end{cases}$$

$$(9)\quad\begin{cases} J''_x = -(r^2+q^2)x + \left(pq - \frac{dr}{dt}\right)y + \left(pr + \frac{dq}{dt}\right)z, \\ J''_y = \left(pq + \frac{dr}{dt}\right)x - (p^2+r^2)y + \left(rq - \frac{dp}{dt}\right)z, \\ J''_z = \left(pq - \frac{dq}{dt}\right)x + \left(rq + \frac{dp}{dt}\right)y - (p^2+q^2)z. \end{cases}$$

» On a partagé ainsi l'accélération totale du mouvement que l'on considère en deux parties : l'une J', qui dépend à la fois des paramètres de la déformation et des composantes de la vitesse angulaire ω qui serait commune à tous les points du système s'il était solidifié; l'autre J", à laquelle se réduirait l'accélération totale si le système venait à être solidifié.

» 4. Comme on le voit facilement, les paramètres $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$, $\mathcal{E}_3$ sont les trois valeurs principales de la quantité

$$\varepsilon^2 + \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{\rho}\,\frac{d^2\rho}{dt^2} = \mathcal{E}.$$

Cette quantité joue, dans les expressions des accélérations, le même rôle que ε dans celles des vitesses, et nous pourrons la désigner sous le nom de *coefficient de l'accélération de la déformation linéaire* dans la direction (α, β, γ).

» On déduira des relations (3), (4), (5)

$$(10)\qquad \mathcal{E} - \theta^2 = \Sigma\mathcal{E}_1\cos^2\alpha - \omega'^2.$$

» Les deux membres de l'équation (10) ne sont pas autre chose que la traduction de l'expression

$$\frac{1}{\rho^2}\left(x\frac{d^2x}{dt^2} + y\frac{d^2y}{dt^2} + z\frac{d^2z}{dt^2}\right) = \frac{1}{\rho}J\rho,$$

soit au moyen des coordonnées (ε, θ), soit au moyen des paramètres $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \omega)$.

» Le second membre notamment présente les deux parties de l'accélération, J', J", estimées suivant le rayon vecteur, nettement séparées; car on vérifie sans peine les relations

$$(11)\qquad \begin{cases} xJ'_x + yJ'_y + zJ'_z = \rho^2\Sigma\mathcal{E}_1\cos^2\alpha, \\ xJ''_x + yJ''_y + zJ''_z = -\rho^2\omega'^2. \end{cases}$$

» 5. Examinons en particulier l'accélération J' qui dépend des paramètres de la déformation. On voit qu'elle est la résultante des deux autres :

» 1° Une accélération dont les composantes sont :

$$\mathcal{E}_1 x,\quad \mathcal{E}_2 y,\quad \mathcal{E}_3 z,$$

et dont la valeur est par conséquent

$$\sqrt{\mathcal{E}_1^2 x^2 + \mathcal{E}_2^2 y^2 + \mathcal{E}_3^2 z^2},$$

c'est-à-dire le *demi-paramètre différentiel du premier ordre de la surface*

$$\mathcal{E}_1 x^2 + \mathcal{E}_2 y^2 + \mathcal{E}_3 z^2 = \text{const.},$$

passant par le point (x, y, z); *de plus, elle est normale en ce point à la surface.*

» La surface représentée par l'équation

$$\mathcal{E}_1 x^2 + \mathcal{E}_2 y^2 + \mathcal{E}_3 z^2 = 1$$

est ce que j'appelle la *seconde déformatrice.* En désignant par V son premier membre, *toutes les surfaces*

$$V = \text{const.}$$

seront des surfaces de niveau relatives à cette première partie de l'accélération J'.

» De plus, la première des équations (11) montre que, *en chaque point d'une surface de niveau, la projection de l'accélération* J' *sur le rayon vecteur a une valeur inversement proportionnelle à celle de ce rayon vecteur.*

» 2° L'accélération dont les composantes sont

$$Qz - Ry, \quad Rx - Pz, \quad Py - Qx.$$

Cette seconde partie de J' *est perpendiculaire au rayon vecteur et à une droite faisant avec les axes des angles ayant pour cosinus*

$$\frac{P}{\Omega}, \quad \frac{Q}{\Omega}, \quad \frac{R}{\Omega};$$

$$\Omega^2 = P^2 + Q^2 + R^2;$$

et elle a pour valeur

$$\Omega\rho \sin(\widehat{\Omega, \rho}).$$

C'est donc une véritable accélération centrifuge composée, car Ω est le produit de ω par une vitesse de déformation linéaire.

» Ainsi, *dans le déplacement d'un système de points dont les vitesses sont des fonctions linéaires des coordonnées, la partie de l'accélération qui dépend des paramètres de la déformation est la résultante :* 1° *d'une accélération normale à une surface du second ordre homothétique de la seconde déformation, et égale au dernier paramètre différentiel du premier ordre de cette surface;* 2° *d'une accélération centrifuge composée, perpendiculaire au rayon vecteur et à une droite qui est un axe d'accélération relativement à cette seconde composante.* »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la composition du chlorure de chaux.* Note de **M. J. Kolb.**

« Je crois devoir soumettre à l'Académie quelques observations au sujet d'un travail de M. Crace-Calvert sur la poudre de blanchiment, travail que les *Annales de Chimie et de Physique* ont publié en septembre dernier, et dont le résumé était déjà inséré dans les *Comptes rendus* du 27 mai 1872.

» Le savant chimiste anglais, après avoir décrit les procédés de dosage qu'il a employés pour l'analyse d'un certain nombre de chlorures de chaux secs, de fabrication anglaise, arrive à cette conclusion tout inattendue que, si l'on met en présence le chlore et la chaux éteinte, *un tiers seulement* du chlore passe à l'état d'hypochlorite, et les deux autres tiers restent à l'état de chlorure de calcium. En d'autres termes, on obtiendrait un composé qui, à part l'excès de chaux, aurait pour formule

$$CaOClO + 2CaCl.$$

» Dans une étude que j'ai faite, en 1867, sur le chlorure de chaux, et qui, malgré son insertion aux *Comptes rendus,* dans les *Annales de Chimie et de Physique,* ainsi que dans diverses autres publications, paraît avoir totalement échappé à l'attention de M. Crace-Calvert, j'étais arrivé à trouver les résultats suivants :

» 1° Le maximum de chlore absorbé par l'hydrate de chaux pur en poudre donne un chlorure sec, titrant 123 degrés au chloromètre, et dont la composition répond assez exactement à la formule

$$2CaO, Cl + CaO + 3HO;$$

» 2° La solution filtrée de ce composé donne

$$2CaO, Cl = CaOClO + CaCl,$$

ce qui confirme pleinement la composition qui avait été admise jusqu'ici.

» Ces résultats se trouvent d'accord avec les faits journellement constatés dans les laboratoires d'usines de produits chimiques. J'ai eu en mains des chlorures de chaux de bonne qualité, fabriqués à Lille, à Amiens, à Chauny, à Thann, à Dieuze, à Marseille : partout j'ai trouvé que le chlore du chlorure de calcium dépassait à peine de 1 ou 2 pour 100 le chlore de l'hypochlorite de chaux; en un mot, leur solution, si elle ne répondait pas rigoureusement à la formule

$$CaOClO + CaCl,$$

répondait au moins à une formule qu'on pourrait approximativement chiffrer ainsi :

$$100\,CaOClO + 102\,CaCl,$$

et nullement à la formule de M. Calvert

$$100\,CaOClO + 200\,CaCl.$$

» Cette dernière me paraît, du reste, condamnée par l'expérience suivante :

» Lorsqu'on fait absorber 1 litre de chlore par de la chaux, puis qu'on traite le chlorure obtenu par l'acide chlorhydrique par exemple, on ne pourrait, d'après M. Crace-Calvert, remettre en liberté que les $\frac{2}{3}$ du litre de chlore absorbé

$$CaOClO + 2\,CaCl + 2\,HCl = 3\,CaCl + 2\,HO + 2\,Cl,$$

tandis qu'en réalité on remet en liberté le litre de chlore *tout entier*, ce qui ne peut s'expliquer que par l'équation

$$CaOClO + CaCl + 2\,HCl = 2\,CaCl + 2\,HO + 2\,Cl.$$

» Tous les producteurs de chlorure de chaux le savent bien, et s'il en était autrement ils auraient depuis longtemps constaté cet écart de $\frac{1}{3}$, entre la quantité connue de chlore libre que l'oxyde de manganèse fournit à la chaux et la quantité de chlore libre que cette dernière peut à son tour restituer dans l'essai chlorométrique fait par la méthode Gay-Lussac.

» L'opinion de M. Crace-Calvert me paraît donc erronée, et cela pourrait tenir à la méthode analytique employée par cet habile chimiste. Avant d'en faire la critique, je soumettrai de nouveau, en quelques mots, à la censure de l'Académie le mode de dosage que j'avais employé dans mes recherches.

» Le chlorure en poudre était dissous et filtré. Une partie du liquide était additionnée à froid d'ammoniaque, puis portée à l'ébullition ; l'hypochlorite de chaux était ainsi transformé en chlorure de calcium, et le chlore *total* était alors dosé à l'état de chlorure d'argent. Dans une autre portion du liquide, le chlore de l'acide hypochloreux était dosé par la méthode chlorométrique de Gay-Lussac. La chaux totale et les autres matières fixes étaient dosées par les moyens ordinaires sur le chlorure en poudre préalablement transformé par l'ammoniaque en chlorure de calcium.

» M. Crace-Calvert procède autrement. Il traite la solution filtrée du chlorure de chaux par un courant d'acide carbonique qui n'attaque pas le

chlorure de calcium, mais décompose l'hypochlorite, en donnant du carbonate de chaux, dont le poids indique la quantité de chaux combinée à l'hypochlorite, et par conséquent la quantité d'hypochlorite. Le liquide filtré contient le chlorure de calcium qu'on peut doser par les moyens ordinaires.

» Je ferai à cette méthode une objection : c'est que, lorsqu'on chauffe jusqu'à l'ébullition une solution d'acide hypochloreux, en présence de carbonate de chaux récemment précipité, une partie de ce carbonate de chaux est transformée en chlorure de calcium. Il en résulte, pour l'analyse, un chiffre trop faible de carbonate de chaux, c'est-à-dire d'acide hypochloreux, et en même temps un chiffre trop fort pour le chlorure de calcium. D'autre part, la chaux est assez soluble dans le chlorure de calcium, et par suite dans le chlorure de chaux. La solution de ce dernier contient toujours un excès de chaux, qui entache d'erreur le calcul du chlore basé sur le dosage de la chaux.

» D'un autre côté, M. Crace-Calvert traite un poids donné de chlorure sec par l'alcool absolu, qui, selon lui, ne dissout que le chlorure de calcium; ce dernier est alors dosé dans la solution alcoolique.

» Il en résulterait donc que l'hypochlorite devrait alors rester à l'état insoluble sur le filtre, et que, en traitant ensuite le contenu du filtre par de l'eau, on pourrait doser cet hypochlorite. J'en ai tenté l'expérience, et n'ai pu constater sur le filtre que des traces d'hypochlorite. Cela ne m'a pas surpris; car il me paraît difficile d'admettre qu'on puisse impunément mettre en présence un corps oxydable comme l'alcool et un oxydant comme le chlorure de chaux, sans qu'il y ait oxydation de l'un aux dépens de l'autre, et même tendance à une formation de chloroforme. C'est effectivement ce qui a lieu. Une grande partie de l'hypochlorite de chaux est transformée en chlorure de calcium, et le dosage se trouve entaché d'erreur. Voici, du reste, les résultats comparatifs de l'analyse d'un même chlorure de chaux dosé par les deux méthodes.

» Par mon procédé, ce chlorure contient :

CaOClO...	36,4	Cl........	18,2
CaCl......	30,2	Cl........	19,4
			37,6

» Par la méthode Crace-Calvert (précipitation CO^2) :

CaOClO...	28,8	Cl........	14,4
CaCl......	39,6	Cl........	25,2
			39,6

» Par la méthode Crace-Calvert, dissolution dans l'alcool absolu :

CaOClO...	traces.	Cl........	traces.
CaCl......	35,4	Cl........	24,7
			24,7

» Il se peut enfin que M. Crace-Calvert n'ait pas opéré sur des chlorures de parfaite qualité ou de récente fabrication. Par suite d'un mode de fabrication plus ou moins soigné, une partie de l'acide chlorhydrique employé à la fabrication du chlore peut être entraînée par ce gaz, jusque dans les chambres d'absorption, et y produire un excès de chlorure de calcium. Parfois aussi les poudres de blanchiment, au bout de quelques mois de fabrication, ont subi une lente désoxydation ou se sont partiellement transformées en chlorate et chlorure. Néanmoins je dois dire que, même dans ces cas exceptionnels, je n'ai jamais rencontré de résultat s'approchant de ceux que nous donne le savant professeur de Manchester. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les causes de déperdition du sodium dans la préparation de la soude par le procédé Leblanc* (1). Note de **M. A. Scheurer-Kestner**, présentée par M. Balard. (Extrait.)

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 20 juin 1870, j'ai montré : 1° que, dans la fusion de la soude brute, il n'y a pas de réduction des sels sodiques en sodium, ni volatilisation de ce métal ; 2° que la plus grande partie des pertes éprouvées pendant la fabrication provient des composés insolubles du sodium, qui se forment dans les marcs de soude. Mes recherches actuelles montrent comment on peut réduire ces pertes à leur minimum, et quelles sont les causes principales de la formation des composés insolubles du sodium.

» Dans les analyses des marcs de soude, qui ont été publiées par différents auteurs (1), on remarque que la teneur en sodium est très-variable. Les marcs sur lesquels ont porté mes essais provenaient de soude brute faite dans des conditions normales, à la fabrique de produits chimiques de Thann.

» Les échantillons qui ont été analysés provenaient d'environ 4000 kilogrammes de marcs, préalablement broyés et mélangés, à l'état de pâte, telle qu'on la retire des bacs de lixiviation. Le broyage avait pour but de

(1) *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 501 ; t. LIX, p. 459 ; t. LXI, p. 640 ; t. LXX, p. 1352.

(1) Kynaston, — Muspratt, — Brown, — Unger, — E. Kopp, — Scheurer-Kestner.

permettre une prise d'essai représentant la composition moyenne de tout le bac (marcs desséchés à 100 degrés) :

Première série d'expériences.
(Sulfate de sodium, 100; calcaire, 95.)

	Sodium p. 100.
I	0,41
II	0,35
III	0,41
IV	0,39
V	0,38
Moyenne	0,39

Deuxième série d'expériences.
(Sulfate de sodium, 100; calcaire, 112.)

	Sodium p. 100.
I	1,30
II	1,28
III	1,30
IV	1,54
V	1,41
Moyenne	1,36

» L'essai V a été fait avec de la soude brute, pour laquelle on avait employé, comme corps réducteur, de la houille très-grasse, renfermant 18 à 20 pour 100 de cendres; les essais précédents, avec de la houille maigre ne contenant que 10 à 12 pour 100 de cendres. On voit que, malgré des différences essentielles dans la composition du corps réducteur, les résultats ont été les mêmes. Il résulte de ces premières expériences que l'emploi d'un grand excès de calcaire augmente considérablement (du simple au triple) les pertes du sodium dans les marcs.

» Les essais suivants ont été entrepris sur des marcs obtenus au laboratoire, mais provenant de soude brute préparée industriellement.

Calcaire employé pour 100 de sulfate de sodium.	Sodium retenu par les marcs (pour 100 parties).
98,0	0,59
102,0	0,86
107,5	1,27
111,0	1,30

» Ces expériences montrent que non-seulement la quantité du sodium retenu par les marcs augmente avec l'excès de calcaire, mais qu'elle croît proportionnellement avec lui.

» La plus grande partie du calcaire en excès se transforme en chaux pendant la fusion de la soude brute. Les expériences qui suivent montrent dans l'hydrate de calcium une tendance à absorber les composés du sodium qui se trouvent dans la soude; c'est donc à la présence de ce corps qu'il faut attribuer la présence du sodium en quantités plus ou moins grandes dans les marcs lixiviés (1). Cependant l'hydrate de calcium par lui-même ne retient que des traces de sodium; ce n'est que lorsqu'on le met en con-

(1) Cette tendance a été remarquée par tous les praticiens qui ont préparé de la soude caustique en décomposant par la chaux une solution de carbonate de sodium.

tact avec une solution de carbonate de sodium qu'il absorbe du sel sodique, en le rendant insoluble.

» Une solution d'hydrate de sodium, mise en ébullition avec du lait de chaux, et séparée du dépôt par filtration, n'abandonne au dépôt, à l'état insoluble, que des quantités minimes de sodium (0,13 pour 100 parties du dépôt desséché); mais si l'on remplace l'hydrate de sodium par le carbonate, le dépôt, après lavage complet (l'eau de lavage ne renfermant plus de sels sodiques), retient des quantités importantes de sel sodique. Les résultats obtenus dans deux expériences de cette manière ont été de : 4,95 et 4,75 pour 100 parties du dépôt desséché.

» Il est donc démontré par ces expériences que, lorsqu'on dissout la soude brute dans l'eau, l'oxyde de calcium, en s'hydratant et en réagissant sur le carbonate de sodium dissous, rend insoluble une certaine quantité de composé sodique; il doit s'ensuivre ce qui a été observé, à savoir que l'absorption du sodium par les marcs de la soude brute croît avec l'augmentation de l'oxyde de calcium dans ce produit, ou, en d'autres termes, avec l'excès de calcaire dont on a fait usage.

» L'influence de la porosité de la soude brute est mise en évidence par les expériences suivantes. J'ai soumis à la lixiviation industrielle de la soude brute poreuse, provenant d'une fusion bien conduite, comparativement avec un produit dense; les mêmes produits ont été broyés et dissous au laboratoire. Les marcs de la soude brute poreuse renfermaient 1,44 pour 100 de sodium; ceux du produit dense 1,97 pour 100. Les marcs des échantillons broyés ont donné : le premier 0,85, le second 0,80 pour 100 de sodium.

» Ainsi, par le broyage, les deux échantillons ont été ramenés au même état et les marcs sont sensiblement pareils de composition; tandis que les résultats obtenus par la lixiviation industrielle sont éloignés l'un de l'autre d'environ 27 pour 100. Cependant l'influence de la texture est moins considérable que celle de l'emploi d'un excès de calcaire.

» Il faut donc, pour diminuer autant que possible les pertes de sodium, réduire la proportion du calcaire employé à la préparation; autant, du moins, que le permet la qualité du *sel de soude* qu'on prépare, et la soude brute qui donne les meilleurs rendements en sels solubles est celle qui, ayant été suffisamment chauffée, de manière à provoquer un fort dégagement d'oxyde de carbone lorsqu'on la retire du four (1), renferme le moindre excès de calcaire. »

---

(1) J'ai montré, dans mes précédentes Communications, que le dégagement d'oxyde de

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons neutres de la mannite et des hydrates;* Note de **M. G. Bouchardat**, présentée par M. Wurtz.

« On sait, depuis les recherches de M. Berthelot, que la mannite joue le rôle d'un alcool polyatomique à fonction simple, capable de fournir, par son union avec un seul acide monobasique, une série nombreuse d'éthers neutres. Seulement on ne connaissait jusqu'à ce jour qu'un éther chlorhydrique de la mannite répondant à la formule $C^{12}H^2(H^2O^2)^3(HCl)^2$, et qui est un dérivé, non de la mannite, mais de son premier anhydride, la mannitane. J'ai depuis réussi à obtenir un certain nombre de combinaisons neutres analogues; ce sont : la mannite dichlorhydrique, la mannite dibromhydrique, la mannitane dibromhydrique, etc.

» *Mannite dichlorhydrique,* $C^{12}H^2(H^2O^2)^4(HCl)$. — On prépare cet éther en chauffant, en vases scellés, à 100 degrés, pendant dix heures seulement (1), 1 partie de mannite et 15 parties d'acide chlorhydrique en solution saturée à zéro; on abandonne le produit de la réaction sous une cloche renfermant de la chaux vive et de l'acide sulfurique; après un mois ou deux, il se sépare de longues paillettes, à peine colorées en jaune, de mannite dichlorhydrique; on égoutte ces cristaux de façon à enlever les eaux mères. On peut les faire recristalliser dans l'eau froide. La mannite dichlorhydrique répond à la formule $C^{12}H^2(H^2O^2)^4(HCl)^2$; elle est soluble en assez forte proportion dans l'eau froide; ses solutions sont neutres, elles ne précipitent pas le nitrate d'argent, elles sont presque sans saveur. La mannite dichlorhydrique est insoluble dans l'alcool absolu et dans l'éther. La mannite dichlorhydrique fond vers 174 degrés, mais en se décomposant et en dégageant du gaz chlorhydrique; à une température plus élevée, elle se volatilise sans laisser de résidu; ses vapeurs brûlent avec une flamme bordée de vert.

» L'eau bouillante décompose très-rapidement la mannite dichlorhydrique en mannitane monochlorhydrique et en acide chlorhydrique

$$C^{12}H^2(H^2O^2)^4(HCl)^2 - HCl = C^{12}H^2(H^2O^2)^4(HCl).$$

---

carbone ne commence que lorsque l'opération tire à sa fin, et qu'il n'est dû qu'à la réduction du calcaire par le charbon.

(1) M. Berthelot, en prolongeant l'action de la chaleur pendant cinquante à soixante heures, a obtenu, dans les mêmes conditions, la mannitane dichlorhydrique (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XLVII, p. 334).

» Une ébullition prolongée détruit également la mannitane monochlorhydrique en mannitane et en acide chlorhydrique; il y a en même temps fixation des éléments de l'eau

$$C^{12}H^{2}(H^{2}O^{2})^{4}(HCl) + H^{2}O^{2} - HCl = C^{12}H^{2}(H^{2}O^{2})^{5}.$$

» La *mannitane monochlorhydrique*, formée dans cette réaction, est un composé neutre, soluble en toute proportion dans l'eau, l'alcool et l'éther; sa saveur est légèrement amère; je n'ai pas réussi à l'obtenir à l'état cristallin.

» La mannite dichlorhydrique, traitée par un mélange d'acide nitrique fumant et d'acide sulfurique, se transforme en *mannite chlorhydronitrique*

$$C^{12}H^{2}(AgHO^{6})^{4}(HCl)^{2}.$$

C'est un composé neutre insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant; il s'en sépare par le refroidissement sous la forme de fines aiguilles. Ce composé est à peine explosif; il est beaucoup plus stable que la mannite dichlorhydrique.

» Les eaux mères de la préparation de la mannite dichlorhydrique paraissent renfermer une certaine quantité de mannitane monochlorhydrique et d'autres dérivés de la mannite.

» *Mannite dibromhydrique* $C^{12}H^{2}(H^{2}O^{2})^{4}(HBr)^{2}$. — La préparation de ce composé est la même que celle de la mannite chlorhydrique. Il est bon de chauffer le mélange à 100 degrés pendant deux heures seulement. Au bout d'un temps très-long, on observe quelquefois la formation de cristaux dans les tubes où s'est opérée la réaction; une fois que l'on a isolé quelques-uns de ces cristaux, il est facile de s'en procurer; pour cela on étend de plus de son volume d'eau le contenu des tubes, et l'on ajoute à la liqueur des cristaux précédemment obtenus; il dépose immédiatement de la mannite dibromhydrique impure. On obtient le même produit en abandonnant la liqueur primitive sous une cloche renfermant de la chaux et de l'acide sulfurique.

» On purifie la mannite dibromhydrique en la faisant dissoudre rapidement dans l'eau bouillante, on filtre, et, par le refroidissement, le composé cristallise à l'état de pureté. Il est important de ne pas prolonger l'ébullition au delà du temps strictement nécessaire pour déterminer la dissolution, l'eau bouillante détruisant la mannite dibromhydrique.

» La mannite dibromhydrique est insipide, inodore, insoluble dans l'eau froide, l'alcool et l'éther; elle est soluble dans les solutions très-concen-

trées d'acide bromhydrique et dans l'eau chaude. Elle cristallise en petites lamelles incolores, elle fond vers 178 degrés en se décomposant.

» L'eau bouillante la transforme en acide bromhydrique et en mannitane monobromhydrique, puis en mannitane; les alcalis hydratés produisent la même réaction. On isole facilement la mannitane monobromhydrique en évaporant au bain-marie le mélange précédent, et en le traitant par l'éther, qui ne dissout pas la mannitane; par plusieurs traitements semblables, on obtient la *mannitane monobromhydrique* $C^{12}H^2(H^2O^2)^4(HBr)$ pure. Ce composé est neutre, légèrement amer, soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool et l'éther; à la longue, et quand il est absolument privé de mannitane, il finit par se concréter en une masse cristalline fondant au-dessous de 100 degrés; ses solutions ne se troublent pas par l'addition de nitrate d'argent.

» La mannite dibromhydrique, traitée à froid par l'acide nitrosulfurique, fournit la *mannite bromhydronitrique* $C^{12}H^2(AzHO^6)^4(HBr)^2$. Cet éther est cristallisé en longues aiguilles; il est insoluble dans l'eau et l'alcool froid, soluble dans l'alcool bouillant.

» Ainsi qu'on le voit, les éthers chlorhydriques et bromhydriques, que j'ai préparés avec la mannite et leurs dérivés, appartiennent à deux séries distinctes : les premiers sont des éthers proprement dits de la mannite; on peut les représenter par une formule générale

$$C^{12}H^2(H^2O^2)^6 + nA - nH^2O^2,$$

n pouvant prendre toutes les valeurs de 1 à 6, et A représentant 4 volumes de vapeur d'un acide monoatomique; les seconds sont des éthers de la mannitane; ils dérivent des premiers par perte de 1 équivalent d'hydracide, cet équivalent n'étant pas remplacé par un double équivalent d'eau.

» Tous ces corps ont la même composition que les éthers correspondants de la dulcite, isomère de la mannite, composés que j'ai déjà décrits; ils possèdent les mêmes réactions, ils ont des propriétés extrêmement comparables; ils se différencient les uns des autres en ce que les dérivés de la mannite fournissent de la mannitane par l'action des alcalis hydratés, tandis que les dérivés de la dulcite fournissent de la dulcitane que l'on peut facilement transformer en acide mucique.

» Il existe également entre ces divers éthers chlorhydriques et bromhydriques et les éthers chlorhydriques des alcools polyatomiques plus simples, la glycérine, par exemple, une relation remarquable : c'est ainsi

que la glycérine dichlorhydrique, par l'action des alcalis concentrés, fournit du glycide monochlorhydrique en perdant de l'acide chlorhydrique

$$C^6H^2(H^2O^2)(HCl)^2 - HCl = C^6H^2(H^2O^2)(HCl);$$

les éthers dichlorhydriques de la mannite et de la dulcite se transforment de même en éthers monochlorhydriques de la mannitane ou de la dulcitane

$$C^{12}H^2(H^2O^2)^4(HCl)^2 - HCl = C^{12}H^2(H^2O^2)^4(HCl).$$

Cette relation semble être générale et appartenir à tous les alcools polyatomiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la santonine;*
par **M. L. de Saint-Martin.**

« 1. La santonine est le principe actif du *semen-contra*. On la prépare, depuis quelques années, sur une vaste échelle pour les usages thérapeutiques. Les réactions de ce principe ont été encore peu étudiées. Elle était restée en dehors de toute classification méthodique, jusqu'au *Traité élémentaire de Chimie organique* de M. Berthelot, qui l'a rapprochée de cette grande classe de composés organiques qu'il avait instituée en 1860 sous le nom de *phénols*. J'ai entrepris l'étude approfondie de cette substance, afin d'en fixer la fonction chimique. Mon étude comprend les objets suivants : réactions de réduction, d'oxydation et de dédoublement. Je parlerai seulement aujourd'hui de quelques actions réductrices.

» 2. Si la santonine est réellement un phénol, sa formule $C^{30}H^{18}O^6$ indique que l'on doit pouvoir, par sa réduction méthodique, obtenir :

» 1° Un phénol diatomique $C^{30}H^{18}O^4$;

» 2° Un phénol monoatomique $C^{30}H^{18}O^2$;

» 3° Un carbure d'hydrogène $C^{30}H^{18}$.

» Ce dernier carbure présenterait la composition d'un homologue de la naphtaline, isomérique ou identique avec l'amylnaphtaline.

» J'ai préparé en effet le phénol monoatomique $C^{30}H^{18}O^2$, et j'espère obtenir prochainement les autres termes de la série.

» 3. Voici comment j'obtiens le phénol $C^{30}H^{18}O^2$, composé que je désignerai sous le nom de *santonol*.

» J'ai introduit dans un long tube en verre vert, entre deux tampons d'asbeste, un mélange de 1 partie de santonine et de 4 parties de zinc en poudre, et j'ai chauffé sur une grille à gaz, en faisant traverser l'appareil par un courant d'hydrogène. Il s'est condensé dans les parties froides du

tube un liquide épais, brun-jaunâtre, qui s'est rempli, au bout de quelques jours, de cristaux aiguillés.

» Ce produit brut est neutre au tournesol, insoluble dans l'eau, fort soluble dans l'alcool et l'éther; traité par une lessive de potasse en proportion convenable, il s'y dissout complétement. Un excès de potasse sépare, sous forme huileuse, le *santonolate potassique*. Ce composé, ou un corps analogue fort riche en potasse, se précipite également sous forme huileuse lorsqu'on étend d'eau pure la solution primitive. Traité par un acide, il reproduit le santonol. Ces propriétés, et diverses autres que j'omets, montrent que le produit est constitué par un corps analogue aux phénols.

» Mais le produit brut de la réaction n'est pas une substance pure. En effet, les cristaux et l'eau mère présentent une composition différente. Les premiers répondent à peu près à la formule théorique $C^{30}H^{18}O^{2}$, tandis que l'eau mère renferme beaucoup moins de carbone, peut-être à cause de la présence du composé $C^{30}H^{18}O^{4}$, intermédiaire entre le santonol et la santonine. C'est pourquoi j'ai cru devoir redistiller le produit brut : cette distillation s'effectue sans difficulté vers le point d'ébullition du mercure. Le liquide distillé se sépare encore en deux portions, l'une cristallisée, l'autre liquide; je les ai analysées séparément : elles sont isomériques.

» 4. Le *santonol critallisé* offre l'aspect de la stéarine qui se sépare dans les corps gras. Après l'avoir purifié autant que possible par compression, il acquiert une dureté assez grande. Son point de fusion est vers 135 degrés. Il est insoluble dans l'eau, fort soluble dans l'alcool et l'éther. L'acide sulfurique forme avec lui un acide sulfoconjugué dont le sel de baryte est soluble.

» L'analyse a donné :

	Trouvé.		Calculé.
	I.	II.	
C.	83,9	83,8	84,1
H.	8,8	8,9	8,4
O (par différence). .	7,3	7,3	7,5
	100,0	100,0	100,0

» 5. Le *santonol liquide* est une substance fort altérable, qui se colore en brun sous l'influence de l'air. Comme son isomère solide, il est insoluble dans l'eau et fort soluble dans l'éther et l'alcool. Ses propriétés sont difficiles à définir individuellement, parce qu'il est évidemment saturé de santonol solide.

» L'analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.
C..............	84,1	84,1
H..............	8,9	8,4
O (par différence)..	7,0	7,5
	100,0	100,0

» Je poursuis l'étude de ces corps et des autres dérivés de la santonine.

» Ces expériences ont été exécutées au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur certains points de la physiologie des nerfs pneumogastriques.* Note de **MM. Legros** et **Onimus**, présentée par M. Ch. Robin.

« Nous avons étudié, chez des animaux à sang chaud et chez des animaux à sang froid, l'influence sur les mouvements du cœur, des excitations des nerfs pneumogastriques selon l'intensité et surtout selon le nombre des excitations en un temps donné. Nous avons, dans ce but, employé des appareils spéciaux, permettant de graduer à volonté le nombre et la rapidité des intermittences des courants électriques.

» Dans une première série d'expériences, nous avons étudié les modifications de la tension artérielle, et nous avons constaté que toutes les excitations du pneumogastrique, quel qu'en soit le nombre, déterminent un abaissement de tension. L'abaissement de la tension est d'autant plus considérable, que l'on augmente davantage le nombre des intermittences du courant électrique en un temps donné.

» En même temps qu'il y a abaissement de la tension, les pulsations deviennent plus grandes et plus rares. La diminution des battements et leur ampleur sont en raison directe du nombre des intermittences. On peut, à volonté, faire varier le nombre des battements du cœur, selon qu'on excite le pneumogastrique avec des intermittences plus ou moins rapides. C'est ainsi que chez un lapin, qui normalement avait 37 battements en quinze secondes, une excitation par seconde fait descendre les battements à 30 pendant ce même espace de temps; pour deux excitations, les battements ne sont que de 28 en quinze secondes; pour cinq excitations, ils sont de 22; pour six excitations, ils sont de 20, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le nombre d'intermittences soit suffisant pour amener l'arrêt du cœur.

» Dans une seconde série d'expériences, nous avons, au moyen d'un

appareil spécial, enregistré directement les contractions du cœur, et nous avons ainsi obtenu des tracés qui montrent les résultats suivants :

» Des intermittences rares n'arrêtent point le cœur, mais ralentissent et modifient ses contractions. Celles-ci sont d'autant plus rares et d'autant plus grandes, que le nombre des intermittences est plus considérable. Chez tous les animaux, pendant l'excitation du pneumogastrique, la durée de la contraction est plus longue qu'à l'état normal. Cette durée est d'autant plus grande que les contractions sont plus rares, ou, ce qui revient au même, que les excitations sont plus fréquentes en un temps donné.

» Le nombre des excitations nécessaires pour amener l'arrêt du cœur varie beaucoup d'un animal à l'autre. Tandis que 15 à 20 intermittences par seconde sont nécessaires pour arrêter le cœur d'un animal à sang chaud, deux ou trois sont suffisantes pour un animal à sang froid, surtout en état d'hibernation.

» Chez un même animal, il faut d'autant moins d'excitations pour obtenir l'arrêt du cœur que cet animal est plus affaibli.

» Chez un animal à sang chaud, quels que soient l'intensité de l'excitation et le nombre d'intermittences, nous n'avons jamais obtenu l'arrêt complet du cœur, pendant plus de quinze à trente secondes. Après ce temps d'arrêt, il survient, malgré la continuation de l'excitation, des contractions rares, il est vrai, mais fortes, et dont le nombre augmente progressivement.

» Il s'écoule toujours un intervalle plus ou moins long entre l'excitation du pneumogastrique et une modification quelconque des battements du cœur. Cet intervalle, qui est assez court chez les animaux à sang chaud, peut durer une demi-minute chez les animaux à sang froid, surtout lorsqu'ils sont en état d'hibernation.

» Si l'on examine les graphiques pris sur la tortue, la grenouille ou la couleuvre, on remarque les détails suivants, qui sont moins apparents, mais qui existent également chez les animaux supérieurs : en excitant le cœur avec des intermittences assez éloignées, de manière à ne point l'arrêter complétement, on voit peu à peu et très-lentement les mouvements se ralentir et leur amplitude augmenter.

» Dans le graphique d'un animal à sang froid en état d'hibernation, il y a à peine quelques modifications au bout d'une minute d'excitation; après deux minutes, les mouvements ont presque doublé d'amplitude; ils sont triples et quadruples après la troisième et la quatrième minute, en même temps qu'ils sont plus rares.

» En cessant alors les excitations du pneumogastrique, les mouvements continuent quelque temps à avoir les mêmes caractères que pendant l'électrisation; ils ne reviennent à leur type ordinaire que provisoirement, de sorte que l'état normal ne reparaît qu'après une ou plusieurs minutes de repos. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur le fonctionnement du cerveau; par* **M. E. Fournié.**

« Dans le but d'établir expérimentalement les conditions fondamentales de la physiologie cérébrale, nous avons institué quelques expériences sur les chiens. A cet effet, nous avons imaginé d'abord un procédé qui nous permît de détruire à volonté un point limité de la substance cérébrale sans compromettre la vie de l'animal. Ce procédé consiste à pratiquer un petit trou sur le crâne, au moyen d'un perforateur, et à injecter, avec la seringue Pravaz armée d'une aiguille creuse, quelques gouttes d'un liquide caustique, capable de détruire la substance nerveuse. Nous avons employé de préférence une solution de chlorure de zinc coloré en bleu avec de l'aniline.

» Mais, avant d'aborder nos expériences, nous avons voulu déterminer, par l'analyse physiologique, les divers éléments de nos recherches, et cette étude préalable nous a imposé l'obligation d'établir :

» 1° Le siége anatomique de la *matière fonctionnelle cérébrale* composée de perceptions et de souvenirs;

» 2° Le siége anatomique où les perceptions définies, distinctes, acquises en un mot, se classent sous forme de modalités dynamiques, capables de réveiller dans l'occasion le centre de perception, et de déterminer, par ce fait, une *perception de souvenir;*

» 3° La région qui reçoit l'excitation du centre de perception pour provoquer, sous cette influence, des mouvements déterminés que nous désignons sous le nom de *mouvements fonctionnels.*

» Guidé par ces notions préliminaires et indispensables, je détruisais sur un chien les *circonvolutions;* sur un autre, *les couches optiques;* sur un autre, les *corps striés;* sur un autre, les *centres blancs;* sur un autre enfin, le *cervelet.* Après avoir observé, la plume à la main, les troubles du mouvement ou du sentiment que mon opération avait provoqués, je sacrifiais l'animal et je constatais alors le siége précis de la lésion.

» Il est évident qu'en mettant en regard, d'un côté, les troubles produits et, de l'autre, les parties lésées, je devais être conduit, après un certain

nombre d'expériences, à pouvoir déterminer le rôle fonctionnel de ces dernières. C'est ce qui a eu lieu. Je dois ajouter que, pour me mettre en garde contre les infidélités de ma mémoire, j'ai eu le soin de faire immédiatement sur le papier l'image des parties détruites.

» Plus de 40 chiens ont été soumis à mon expérience; mais sur ce nombre je n'ai recueilli que 36 observations utiles et que j'ai divisées par groupes selon le siége de la lésion :

» 7 observations concernant les couches optiques;

» 3 observations concernant les corps striés;

» 9 observations concernant la périphérie des circonvolutions;

» 3 observations concernant les centres blancs;

» 6 observations concernant le cervelet;

» 8 observations concernant simultanément diverses parties.

» L'analyse de ces observations fournit de nombreux et utiles enseignements; elle conduit en particulier à une interprétation plus satisfaisante des lésions pathologiques du cerveau de l'homme, et elle nous permet de signaler les points anatomiques principaux qui représentent les rouages essentiels de la fonction cérébrale.

» *Conclusions générales.* — 1° Toutes les fibres impressionnables viennent aboutir dans les *couches optiques* et déterminent dans cet organe, quand leur activité est mise en jeu par un objet impressionnant, un phénomène vital élémentaire, que nous désignons sous le nom de *pratique simple.* Ce phénomène a son analogue dans tous les organes; il est constitué par l'acte vital qui transforme l'aliment en produit spécial, l'analogue de la transformation du sang en bile, en salive, en fibre contractile; en un mot, c'est le phénomène de la vie agissante; phénomène mystérieux, impénétrable à tous nos moyens d'investigation.

» 2° Les cellules qui sont disséminées à la périphérie corticale du cerveau conservent en puissance une modalité dynamique capable de transmettre ses effets jusqu'aux couches optiques à travers les fibres du noyau blanc de l'encéphale et de réveiller ainsi le centre de perception. Ce réveil donne naissance aux perceptions de souvenir. Les modalités dynamiques dont les cellules de la périphérie corticale sont capables représentent, sous une forme sensible, les perceptions distinctes et distinguées, en d'autres termes les notions acquises; elles représentent donc quelque chose de plus qu'une perception simple : elles représentent celle-ci, plus un travail de l'esprit. Les notions acquises sont organiquement associées, classées à la périphérie corticale du cerveau, et elles peuvent, par le réveil de l'activité

des cellules, se montrer successivement dans le centre de perception. C'est pourquoi, lorsqu'une lésion a intéressé un point de la périphérie corticale du cerveau, l'association des idées peut être troublée, et, selon la nature de la lésion (congestion, inflammation, nécrobiose), il peut se manifester des phénomènes d'excitation, des manies, des hallucinations, du délire, de l'amnésie, de la stupidité.

» D'après ce que nous venons de dire, le centre de perception, organiquement représenté par les couches optiques, se trouve placé entre deux sources d'excitation qui mettent toutes deux ses *propriétés percevantes* en évidence : d'un côté, les causes impressionnantes qui lui viennent à travers les nerfs ; de l'autre, les causes impressionnantes qui lui viennent à travers les fibres blanches du noyau de l'encéphale : par les premières, il sent sa manière de vivre *actuelle;* par les secondes, il *sent* ce qu'il sentit et comment il vécut jadis.

» 3° Les *corps striés*, analogues aux amas de substance grise que l'on trouve dans le segment antérieur de la moelle, sont constitués par des cellules motrices. Ici, comme dans la moelle, ces cellules reçoivent l'incitation des cellules impressionnables, et, à leur tour, elles provoquent dans les fibres motrices un mouvement corrélatif aux incitations que leur transmettent les cellules impressionnables.

» Nos expériences nous permettent d'affirmer que ces centres tiennent sous leur dépendance tous les mouvements voulus, et les observations pathologiques confirment les résultats de l'expérimentation.

» 4° Les éléments dont nous venons de déterminer le rôle fonctionnel représentent les éléments constitutifs de toute fonction ; ils peuvent être considérés, par conséquent, comme étant les conditions fondamentales de la physiologie cérébrale. L'excitant fonctionnel est représenté par les impressions de toute nature qui réveillent l'activité des couches optiques, à travers les nerfs sensitifs ; la matière fonctionnelle est représentée par les perceptions actuelles et de souvenir transformées en incitations motrices sous l'action de l'excitant fonctionnel ; les mouvements fonctionnels sont constitués par l'activité des cellules des corps striés et des fibres motrices.

» Les notions que nous venons de formuler dans ces conclusions sont les fondements de la physiologie cérébrale, mais elles ne sont pas toute cette physiologie. Pour que la physiologie cérébrale soit, il faut dégager encore quelque inconnue ; il faut montrer les liens qui unissent les trois angles du triangle qu'occupent les couches optiques, la périphérie corticale, les corps striés ; il faut remplir, par des notions précises, le vide que laissent

entre elles les trois lignes de ce triangle; il faut enfin découvrir, autant que possible, le mécanisme intime des actions nerveuses entre ces trois points. La découverte expérimentale de ce mécanisme est possible, nous n'en doutons pas, mais on n'y arrivera certainement qu'en s'inspirant, dans cette recherche, de l'analyse physiologique, telle que nous l'avons définie dans ce travail. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur le Dictyoxylon et ses attributions spécifiques.* Note de **MM. B. Renault** et **E. Grand'Eury**, présentée par M. Brongniart.

« Depuis la Note que l'un de nous a eu l'honneur d'adresser à l'Académie des Sciences, sur la structure si remarquable de fragments silicifiés de bois fossiles, que M. Brongniart a désignés sous le nom provisoire de *Dictyoxylon*, des recherches persévérantes ont permis d'apporter quelques faits nouveaux à l'histoire du végétal auquel se rapportaient ces curieux fragments, et de reconnaître la justesse des prévisions du savant professeur du Muséum, qui pensait que ces fragments pouvaient être la partie corticale d'un végétal, dont on avait déjà trouvé la partie ligneuse centrale complétement séparée du reste de la tige, et désignée jusqu'à ce jour par ce savant sous le nom de *Sigillaria xylina*.

» L'un de nous a eu l'heureuse fortune de trouver, près du classique gisement du *Champ de la Justice*, au nord-est d'Autun, un morceau de tige présentant à la surface plusieurs cicatrices foliaires caractéristiques des Sigillaires; immédiatement au-dessous des cicatrices se trouvait le tissu réticulé, qui a valu à cette portion du végétal isolée le nom de *Dictyoxylon*; et à la partie centrale plus ou moins déformée, un tissu ligneux identique avec celui du *Sigillaria xylina*.

» Ce tissu ligneux est formé essentiellement d'un cylindre *continu* composé de fibres rayées, sans mélange de fibres spiralées ou annelées; il n'est pas divisé en faisceaux rayonnants distincts, comme le cylindre ligneux du *Sigillaria elegans*, cependant il offre de nombreuses lames médullaires rayonnantes, minces, formées d'un ou au plus de deux rangs de cellules, plus longues que hautes, et sa partie interne est tapissée verticalement par un rang de *faisceaux vasculaires*, dont la coupe horizontale lunulée est la même que celle des faisceaux qui occupent la même position dans le *Sigillaria elegans*, et qui forment en se touchant par leurs bords une espèce d'étui médullaire. Quelquefois ils ne sont plus immédiatement en contact avec le cylindre ligneux qui les entoure, mais il est facile de reconnaître

que c'est un accident dû à la silicification, et qu'ils n'ont pas été épars au sein de la moelle qui occupait probablement la partie centrale du cylindre ligneux.

» L'échantillon étudié ne permettait pas de suivre les faisceaux sur une longueur suffisante de leur étendue pour que l'on pût s'assurer s'ils envoyaient à travers le tissu ligneux extérieur des rameaux devant se porter aux feuilles.

» En dehors du cylindre ligneux, formé de fibres rayées et très-régulières, se trouve un tissu cellulaire très-délicat, en partie conservé, et qui occupe l'espace compris entre le cylindre ligneux et la partie corticale ou *Dictyoxylon;* il est traversé par de nombreux faisceaux vasculaires montant parallèlement entre eux pendant un certain temps, se dirigeant ensuite à travers la partie subéreuse de l'écorce, où on a pu les suivre, et aboutissant aux cicatrices foliaires.

» *Attribution spécifique.* — La surface externe corticale est dépourvue de cannelures, et sensiblement lisse. Les cicatrices foliaires font saillie sur de légers mamelons en quinconce; elles sont subpentagonales, plus larges que hautes, avec une légère échancrure au sommet; elles sont sensiblement planes, parallèles à la surface de l'écorce, et le bord inférieur ne fait pas saillie comme dans le *Sigillaria lepidodendrifolia.*

» La trace vasculaire médiane est allongée transversalement et arquée, et non punctiforme. La surface de l'écorce est marquée de stries longitudinales plus ou moins anastomosées, et non de rides transversales parallèles au bord inférieur des cicatrices si constantes dans le *Sigillaria lepidodendrifolia.*

» Ces différents caractères éloignent légèrement l'échantillon d'Autun du *Sigillaria lepidodendrifolia*, auquel nous l'avions tout d'abord comparé, et le rapprochent de deux autres espèces : le *Sigillaria spinulosa* (Germar) et le *Sigillaria denudata* (Göppert), qui ne sont peut-être que deux variétés d'une même espèce. Il est vrai que l'on n'a pas encore rencontré les verrues ombiliquées du *Sigillaria spinulosa* à la surface des fragments de *Dictyoxylon,* mais ce caractère n'est pas constant et manque souvent sur les échantillons du *Sigillaria spinulosa.* Ces motifs nous porteraient à adopter pour l'échantillon type trouvé à Autun, et unique jusqu'à présent, le nom de *Sigillaria spinuloso-denudata.* »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la fonction et la transformation des moisissures; par* **M. A. Béchamp.**

« J'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie plusieurs Notes sur le développement des moisissures dans des milieux absolument dépourvus de matières albuminoïdes. Sous l'influence des moisissures qui s'y développent, une solution d'acétate de soude peut donner de l'alcool; une solution d'oxalate d'ammoniaque, de l'alcool et de l'acide acétique; l'eau sucrée, l'empois d'amidon, de l'alcool, de l'acide acétique, et, si les matières minérales ajoutées sont d'une certaine nature, de l'acide lactique, de l'acide butyrique, etc. Je pourrais multiplier les exemples.

» Dans mes premières recherches, j'ai appelé *moisissures* toutes les formes organisées, depuis les granulations moléculaires jusqu'aux végétations développées en mycélium, qui apparaissent dans mes solutions, et j'ai insisté sur leur rôle de ferment. Le botaniste peut les classer en familles, genres et espèces; je les ai classées, d'une manière générale, comme des appareils chimiques vivants, dans lesquels la matière se transforme comme dans les êtres d'ordre supérieur, ayant pour point de départ des microzymas et pouvant y revenir. C'est dans ce sens que, pour moi, les bactéries et la levûre de bière sont des moisissures, et qu'il n'y a pas lieu de les distinguer chimiquement.

» La présente Note a pour objet l'étude du rôle comme ferment et les transformations de moisissures nées dans les milieux les plus divers.

» Ce travail est divisé en deux parties : dans la première j'étudie l'action des moisissures sur l'eau sucrée, sans addition; dans la seconde, leur action sur une solution de sucre dans le bouillon de levûre. Je ne rapporterai de chaque série que quelques exemples; je résumerai les autres.

» I. Le 21 mai 1864, mis en expérience :

» Moisissures développées dans le produit filtré d'une fermentation alcoolique normale, humides, $12^{gr},5$; sucre, 20 grammes; eau, 70 centimètres cubes.

» Bientôt la fermentation s'établit, de l'acide pur se dégage. Terminé le 10 juin suivant. J'ai obtenu, pour 100 de sucre :

» Alcool absolu, 62 centimètres cubes; acide acétique, 21 centigrammes.

» Avant, le ferment était formé de mycélium et de grosses cellules allongées, comme du mycélium naissant; après, même apparence.

» II. Le 27 mai 1864, mis en expérience :

» Microzymas simples et accouplés ou modifiés, nés dans les eaux de lavage d'un échan-

tillon de levûre, humides, 50 grammes; sucre, 60 grammes; eau, 200 centimètres cubes; créosoté.

» Le 30 juin, terminé. Pour 100 de sucre :

» Alcool, 52 centimètres cubes; acide acétique, $1^{gr},58$.

» Les ferments sont restés ce qu'ils étaient; il y avait seulement, en plus, de toutes petites cellules de 2 millimètres.

» III. Le 23 mai 1864, mis en expérience :

» Moisissures formées dans la cuve à eau doublée en plomb de mon laboratoire, humides, 6 grammes; sucre de canne, 20 grammes; eau, 80 centimètres cubes; créosoté.

» Le 1er septembre il y a encore un peu de sucre ($1^{gr},2$). Je distille et j'obtiens :

» Alcool absolu, 8 centimètres cubes; acide acétique, 12 centigrammes.

» Les ferments, qui étaient formés de microzymas, de bactéries et de mycélium, n'ont pas changé.

» Le 12 septembre 1864, mis en expérience :

» Raisins oïdiés, 740 grammes; sucre, 100 grammes; eau, 100 centimètres cubes. Les raisins étaient dans un affreux état; les 740 grammes, d'après un essai fait sur un autre lot, contenaient tout au plus 38 grammes de sucre.

» Le 3 novembre il n'y a plus de sucre. J'ai obtenu :

» Alcool absolu, 95 centimètres cubes; acide acétique, 27 centigrammes.

» Avant, on voyait ce que l'on voit sur les raisins oïdiés; après, il y a plusieurs formes de cellules, beaucoup de bactéries et d'autres ferments filiformes. Cet exemple prouve que, malgré ces derniers ferments, l'acide acétique est en petite quantité.

» J'ai étudié de la même manière l'action des moisissures qui se développent dans les solutions de tannin pur; celle des microzymas qui opèrent la fluidification des gelées de gélatine; celle des microzymas et des petites cellules qui se trouvent dans le tabac à priser, sur les pétales du *Robinia pseudo-acacia,* des fleurs de coquelicot, etc. (1). L'alcool et l'acide acétique sont les produits normaux de ces moisissures; selon les cas, l'acide lactique peut apparaître, et souvent sans que l'on voie des bactéries. Voici

---

(1) Il m'a paru intéressant de comparer à l'action des moisissures celle des spores d'un cryptogame supérieur. Le 5 octobre 1868, mis en expérience :

Sporidies d'un *Lycoperdon* rapporté des Albères, extraites du péridium au moment de les employer, 4 grammes; sucre, 60 grammes; eau, 300 centimètres cubes. Au bout de quel-

maintenant quelques exemples d'expériences analogues, faites en présence du bouillon de levûre.

» I. Mis en expérience, le 16 octobre 1868 :

» Moisissures rouges formées de cellules, semblables, pour la forme, à celles de la levûre, développées dans une solution de sucre de lait exposée à l'air, 25 centigrammes; sucre de canne, 100 grammes; bouillon de 20 grammes de levûre, 400 centimètres cubes; créosoté.

» Le 10 décembre, plus de sucre. J'ai obtenu :

» Alcool absolu, 65 centimètres cubes; acide acétique, 16 centigrammes; glycérine, $2^{gr},15$, et un peu de matière visqueuse. A la fin, le poids des cellules qui n'avaient pas changé de forme était, humides, $2^{gr},95$. Il y avait en outre une foule de microzymas.

» II. Le 24 avril 1868, mis en expérience :

» Mucor, formé de microzymas et de bactéries, développé dans une solution de sel de Seignette, humide, 6 décigrammes; sucre de canne, 20 grammes; bouillon de 10 grammes de levûre, 80 centimètres cubes; créosoté.

» Mis fin le 25 août 1869, bien qu'il y eût encore un peu de sucre. Obtenu :

» Alcool absolu, 10 centimètres cubes; acide acétique, 54 milligrammes.

» Il n'y a pas d'acide lactique. Il y a beaucoup moins de microzymas, mais beaucoup de belles cellules, fort différentes de la levûre, et de nombreuses bactéries.

» III. Des moisissures, nées dans une solution d'acide tartrique, formées exclusivement d'un mycélium grêle enchevêtré, dont les tubes sont remplis de granulations, et pesant, humides, 10 grammes, sont introduites dans une solution créosotée de sucre de canne dans du bouillon de levûre. Du 30 octobre au 21 décembre, on ne constate aucun dégagement gazeux. Le sucre est en partie interverti. Il ne s'est pas formé d'alcool, et seulement $0^{gr},156$ d'acide acétique. Le glucose, résidu de la distillation, n'est pas acide. Les filaments du mycélium sont en grande partie désagrégés. Il n'y a pas d'autres productions que des microzymas libres.

» Les filaments du mycélium et les microzymas sortis de l'expérience précédente sont introduits dans de l'empois de fécule, fait avec du bouillon

---

ques heures la fermentation est en train et de l'acide carbonique se dégage. Le 28 novembre, distillé et obtenu :

Alcool absolu, 50 centimètres cubes; acide acétique, 18 centigrammes; un peu de mannite.

Après, les ferments sont : les sporidies d'origine, quelques cellules analogues à la levûre, mais plus petites, au milieu d'une quantité innombrable de microzymas.

de levûre créosoté. Cinq jours après, l'empois est fluidifié, et bientôt il se dégage de l'acide carbonique. Trois semaines après, tous les filaments du mycélium ont disparu; à leur place, il y a des myriades de microzymas, simples et accouplés deux à deux ou en chapelet, le tout d'une mobilité propre; c'est à peine si l'on voit par-ci par-là une vraie bactérie. Un accident a fait perdre le produit de cette fermentation; mais il faut retenir de cette expérience la régression d'un mycélium en microzyma, exemple analogue à ce qui arrive à la levûre de bière placée dans les mêmes conditions.

» IV. Mis en expérience, le 18 août 1868 :

Microzymas libres et associés, retirés d'un tonneau de vinaigre, humides, 10 grammes; sucre de canne, 20 grammes; bouillon de 10 grammes de levûre, créosoté, 80 centimètres cubes.

» Dès le lendemain, dégagement d'acide carbonique. Le 6 octobre, plus de sucre; obtenu :

Alcool absolu, 14 centimètres cubes; acide acétique, $0^{gr},35$.

» Ces microzymas se sont comportés comme ceux de la mère de vinaigre, c'est-à-dire qu'ils se sont rapidement transformés en belles cellules, analogues à celles de la levûre.

» V. Le 11 octobre 1868, mis en expérience :

Mycoderma aceti de M. Pasteur, ensemencé dans du vin : humide, 3 grammes; sucre, 100 grammes; bouillon de 100 grammes de levûre, 608 centimètres cubes, créosoté.

» Il n'y a pas eu de dégagement de gaz. Le *mycoderma* n'a pas changé. La liqueur est acide; pas autrement examiné.

» Les ferments restés sur un filtre sont introduits, le 21 janvier 1869, dans :

Sucre de canne, 50 grammes; bouillon de 50 grammes de levûre, 250 centimètres cubes; carbonate de chaux pur, 20 grammes.

» Il ne s'est pas dégagé une bulle de gaz. Mis fin le 15 mars 1869. J'ai recueilli assez d'alcool pour l'enflammer. Les *mycoderma* n'ont pas changé: pas une bactérie, pas une cellule d'un fragment quelconque. Ce *mycoderma* n'est donc pas un microzyma analogue au précédent, ni à ceux de la mère de vinaigre.

» VI. Le 7 avril 1869, mis en expérience :

Mycélium et cellules ovales d'une fermentation spontanée d'oxalate d'ammoniaque, humides, $0^{gr},38$; sucre de canne, 20 grammes; bouillon de 20 grammes de levûre, 70 centimètres cubes, créosoté.

» L'opération a duré jusqu'au 30 août 1869. Le sucre n'a pas même été interverti, et aucune production étrangère n'est apparue.

» Je crois ne pas me faire illusion en soutenant que ces expériences confirment la manière de voir que j'exprimais en commençant cette Note : les moisissures sont des ferments. Enfin les résultats négatifs que j'ai rapportés, et ils ne sont pas les seuls, prouvent, une fois de plus, qu'il est possible de réduire à zéro l'influence des microzymas atmosphériques, sur quoi j'insisterai dans une prochaine Note. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la fermentation des fruits.* Note de **MM. G. Lechartier** et **F. Bellamy**, présentée par M. Pasteur.

« Nous avons publié, en 1869, des expériences qui avaient été faites dans le but d'étudier les transformations que subissent les fruits à l'abri de l'oxygène de l'air. Les principaux résultats que nous avions obtenus sont les suivants :

» 1° Les pommes, les cerises, les groseilles, placées en vase clos, absorbent la totalité de l'oxygène de l'atmosphère confinée où elles sont conservées. Cette absorption est accompagnée et suivie d'une production considérable de gaz acide carbonique. Ce fait, de la production d'un volume d'acide carbonique supérieur au volume de l'oxygène absorbé, a été signalé pour la première fois, en 1821, par Bérard. Mais, en poursuivant l'étude de ce phénomène pendant plus de sept mois sur les mêmes fruits, nous y avons distingué plusieurs périodes qui paraissent correspondre à des degrés différents d'altération.

» Nous avons vu également cette production d'acide carbonique continuer sous une pression supérieure à 2 atmosphères. Nous aurions constaté des pressions plus élevées si la fermeture de nos appareils y avait résisté.

» 2° Nous avons extrait, des fruits conservés en vase clos, des quantités d'alcool différant peu des poids d'acide carbonique produit. Une destruction du sucre accompagne le phénomène de production de l'alcool et de l'acide carbonique.

» 3° Pendant ce travail interne, les pommes acquièrent une très-grande mollesse, et prennent la consistance des fruits blets, tout en conservant leur couleur. Celle-ci s'altère en très-peu de temps au contact de l'oxygène.

» Dans un flacon fermé, les pommes exhalent continuellement de la vapeur d'eau, et, au bout d'un temps plus ou moins long, leur surface se

recouvre de gouttelettes liquides. Il peut même arriver qu'il se forme une couche de liquide au fond du vase qui les contient.

» De ces derniers faits, il résulte que, si des pommes sont placées, comme dans les expériences citées par nous, les unes au-dessus des autres, dans une même éprouvette, les fruits inférieurs s'affaissent sous le poids des fruits supérieurs, et les surfaces de contact sont toujours humides.

» 4° Nous avons trouvé, à l'intérieur des pommes placées dans ces conditions, du ferment alcoolique bourgeonnant. Ce fait a été constaté dans cinq des expériences citées.

» Dans une sixième, nous n'avons pas découvert de ferment alcoolique à l'intérieur des pommes. Celles-ci avaient été enfermées à une époque plus avancée de la saison, et la période d'arrêt que nous avons toujours observée dans le dégagement du gaz acide carbonique n'était pas encore terminée. Au moment de l'ouverture de l'éprouvette, leur peau n'était pas humide.

» Les résultats obtenus, quant à la présence du ferment à l'intérieur des fruits, ne se trouvant pas les mêmes dans toutes les expériences, la réunion des fruits dans un même vase et leur superposition pouvant contribuer à leur altération, nous avons institué de nouvelles expériences, qui ont duré depuis le mois de novembre 1869 jusqu'au mois de juillet 1870.

» Nous avons opéré sur des fruits isolés les uns des autres et maintenus en dehors de tout contact avec les parois du vase qui les contenait; nous avons pris les précautions nécessaires pour empêcher tout dépôt de liquide à la surface du fruit. Nous avons expérimenté sur des poires, des pommes, des châtaignes, des nèfles, des pommes de terre, des graines de froment et de lin.

» Nous sommes arrivés à ce résultat, que la destruction du sucre, la production de l'acide carbonique et celle de l'alcool peuvent s'effectuer dans les fruits sans qu'on trouve à leur intérieur de ferment alcoolique.

» Le 12 novembre, deux poires pesant, l'une 157 grammes, la seconde 125 grammes, ont été suspendues isolément, chacune dans une éprouvette bien bouchée et munie d'un tube de dégagement. On avait d'abord mis du chlorure de calcium au fond des éprouvettes, afin de maintenir autour de ces fruits une atmosphère qui ne fût pas saturée de vapeur d'eau.

» Les éprouvettes ont été ouvertes le 19 juillet. On a recueilli 1762 centimètres cubes de gaz et $2^{gr},62$ d'alcool. Les poires avaient conservé leur couleur; leur peau était ridée, mais non humide. Leur consistance et leur odeur étaient celles des poires blettes. Elles avaient perdu ensemble

134 grammes d'eau; cependant elles en contenaient encore 69 pour 100 de leur poids.

» Des observations microscopiques, faites à différentes distances du centre, n'y ont pas fait découvrir de ferment alcoolique.

» Le dégagement de l'acide carbonique ne s'est pas effectué d'une manière régulière; du 3 mars au 8 avril, il n'a été que de 28 centimètres cubes, et, à partir du 8 avril jusqu'au 19 juillet, il a été complétement nul.

» Nous croyons devoir remarquer que l'existence du ferment dans les poires nous paraît incompatible avec la cessation de toute activité pendant un intervalle de temps aussi considérable. Déjà, dans les expériences faites l'année précédente sur les pommes, nous avions vu un arrêt dans le dégagement de gaz durer un mois entier; mais il avait été suivi d'une recrudescence dans la production de l'acide carbonique, et c'est à la suite de cette recrudescence que nous avons constaté la présence du ferment. Nous avons cru devoir faire ces rapprochements sans en tirer de conséquences prématurées. Nous instituons en ce moment des expériences pour élucider ces faits.

» Le 16 décembre 1869, cinq pommes (reinettes grises) ont été suspendues isolément, dans des flacons contenant du chlorure de calcium à leur partie inférieure. Le gaz dégagé n'a pas été mesuré.

» Le 16 juillet suivant, au fond de chaque vase, était une solution concentrée de chlorure de calcium, et la peau des fruits n'était pas humide. Les pommes étaient ridées et spongieuses; elles avaient l'aspect et la consistance de ces pommes qui ont perdu par évaporation la plus grande partie de leur suc, à la suite d'une longue exposition à l'air.

» Le 16 décembre, elles pesaient ensemble 365 grammes; pendant la durée de l'expérience, elles ont perdu 233 grammes de leur poids, et elles contenaient encore 39 pour 100 de leur poids d'eau. On en a extrait 5^{gr},4 d'alcool, et les observations microscopiques faites sur le parenchyme de chacune d'elles n'y ont pas fait découvrir les globules de levûre.

» Six pommes identiques aux précédentes et pesant ensemble 337 grammes ont été suspendues isolément dans des flacons ne contenant pas de chlorure de calcium. Le 29 juillet, des gouttes d'eau étaient déposées sur les parois des flacons, et les pommes n'avaient perdu que 14^{gr},8 de leur poids. Elles avaient conservé leur couleur, leur forme et leur volume. Leur peau était intacte, et non humide. Elles n'avaient plus aucune dureté, et elles ont été écrasées avec la plus grande facilité. Elles ont fourni 8^{gr},7 d'alcool, et l'on n'a pas trouvé de ferment alcoolique dans leur parenchyme.

» Dans un flacon ne contenant pas de chlorure de calcium, une pomme

présentant une légère tallure sur le côté, saine en tous les autres points, a été conservée à l'abri de l'air depuis le 24 novembre jusqu'au 30 juillet suivant. Au moment de l'ouverture du flacon, la peau de la pomme était humide. Du côté opposé à la queue, à l'extrémité du canal central, la peau était en partie détruite et le tissu sous-jacent désagrégé. En ce point-là, on a trouvé des globules de ferment; il n'y en avait ni à l'endroit de la tallure, ni dans les autres parties du fruit. On a recueilli 1114 centimètres cubes de gaz et $1^{gr},8$ d'alcool; nous devons ajouter que le dégagement du gaz, après être resté à peu près nul, depuis le 11 mars jusqu'au 11 mai, avait repris depuis cette date avec une nouvelle activité.

» Les châtaignes ayant une peau très-épaisse et contenant relativement moins d'eau que les pommes, nous avons cru pouvoir sans inconvénient les mettre en contact les unes avec les autres dans un même flacon. 357 grammes de châtaignes ont produit, depuis le 27 décembre jusqu'au 14 juillet, 8 litres d'acide carbonique et $14^{gr},7$ d'alcool. Elles avaient conservé leur aspect primitif; seulement, lorsqu'on les coupait, l'eau était visible sur la tranche comme sur la section d'une poire bien mûre et juteuse. On n'a pas trouvé de ferment alcoolique à leur intérieur.

» Les pommes de terre ont également produit de l'alcool et de l'acide carbonique.

» Le blé, à l'état de siccité ordinaire, ne dégage pas d'acide carbonique à l'abri de l'oxygène de l'air; mais, si on l'humecte avec 5 pour 100 de son poids d'eau, le dégagement de gaz s'opère et de l'alcool prend naissance. 200 grammes de blé ont, dans ces conditions, produit, en six mois, 258 centimètres cubes de gaz, et l'on en a séparé $\frac{1}{2}$ centimètre cube d'alcool.

» 240 grammes de graines de lin, humectées avec 20 pour 100 de leur poids d'eau, ont donné, en quatre mois, 939 centimètres cubes d'acide carbonique et $1^{gr},4$ d'alcool. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Arguments propres à éclairer la question des fermentations;* Note de M. A. GAUDIN.

« La publication de ma théorie moléculaire complète étant commencée, sous forme d'un petit volume intitulé *Architecture du monde des atomes*, j'ai dû consacrer un chapitre à la détermination de la distance des atomes chimiques qui composent les molécules de tous les corps. A l'aide d'une suite de raisonnements que je crois irréfutables, je suis arrivé à conclure que cette distance était *un cent-millionième de millimètre* (1).

(1) Pour donner une idée plus sensible de ce nombre excessivement petit, je montre par

» J'adoptais, il est vrai, ce chiffre comme un nombre rond pouvant être réduit de moitié et même davantage; mais j'étais bien loin de penser que ce nombre, d'une petitesse si prodigieuse, allait être tout aussitôt confirmé d'une façon éclatante par une tout autre voie, en donnant tout à la fois l'explication la plus simple des phénomènes capillaires.

» Jusqu'à ce jour, les mathématiciens se sont acharnés à faire dépendre la capillarité de la forme du ménisque, que l'on ne connaît pas, prenant en cela l'effet pour la cause; tandis que j'ai toujours pensé que l'élévation ou l'abaissement des liquides dans les tubes capillaires dépend directement de la distance des molécules du liquide, comparée à sa force de compression; et le jour où je suis arrivé à déterminer la distance des atomes, la distance des molécules pour un corps quelconque en découlait selon ma théorie.

» La distance des atomes étant un cent-millionième de millimètre, la distance des molécules de l'eau liquide (molécule de vapeur triplée) devient, à très-peu de chose près, égale à trois distances d'atome, soit trois cent millionièmes de millimètre.

» Pour expliquer ces phénomènes capillaires, voici mon raisonnement: par suite de l'adhérence d'un liquide à la paroi d'un tube capillaire, toutes les molécules adhérentes à la paroi sont paralysées dans leur action compressive, et cette perte de force doit être représentée par la rangée de molécules adhérentes à la paroi, formant une circonférence, le nombre des molécules demeurées actives étant, de leur côté, représentées par celles qui sont réparties sur la surface du cercle ou ménisque. On peut déterminer le rapport qui existe entre ces deux nombres, du moment que l'on connaît la distance moléculaire du liquide, c'est-à-dire le nombre des molécules comprises dans la longueur d'un millimètre.

» Cela étant, on pose la proportion suivante : le nombre des molécules de l'anneau extérieur est au nombre des molécules du cercle intérieur comme la longueur de la colonne capillaire est à la force de compression du liquide exprimée en millimètres. Introduisant donc dans l'équation le nombre trouvé pour l'eau, ainsi que le nombre 210000000 de millimètres, qui représente la force de compression de l'eau (21000 atmosphères exprimés en millimètres d'eau), on arrive à un nombre qui diffère à peine d'un

le calcul qu'une goutte d'eau de moyenne grosseur contient, en partant de là, autant d'atomes d'hydrogène et d'oxygène qu'il y aurait de grains de sable d'un millimètre cube dans le bassin des mers, couvrant la moitié de la surface de la terre, avec une épaisseur de 500 mètres.

millimètre pour l'expression de la colonne capillaire, qui est de $14^{mm},5$ environ pour l'eau, dans un tube de 2 millimètres de diamètre (1).

» Aussitôt que j'aurai fait graver les figures qui me sont nécessaires, je ferai à l'Académie une Communication complète sur ce sujet, et l'on verra que la formule représente toutes les autres conditions du problème, pour tous les liquides dont la force de compression a été déterminée.

» Les dimensions des molécules étant ainsi reconnues, nous avons enfin tout ce qu'il faut pour nous faire une idée exacte de la ténuité prodigieuse de ces petits corps *invisibles* qui sont censés produire les fermentations.

» Avec le plus puissant microscope, on cesse de distinguer les corps qui ont pour diamètre *un dix-millième de millimètre;* car cette longueur approche beaucoup de celle des ondulations lumineuses.

» En supposant donc que les molécules organiques qui composent les ferments soient de nature albuminoïde, et vingt-cinq fois plus volumineuses que les plus grosses molécules minérales ou organiques cristallisables, dont le diamètre est égal à six distances d'atome (la molécule d'albumine étant à la plus grosse molécule cristallisable comme une corbeille pleine de grains de raisin est à une grappe de raisin), la distance moléculaire devenant aussi grande que pour les particules de l'air ou des corps gazeux (soit vingt-cinq distances d'atome environ), 25 cent-millioniêmes de millimètre divisés par 10000 laissera encore 400 unités, pour représenter le nombre des molécules comprises dans le diamètre de la sphérule organique, semence présumée du végétal des fermentations; et, dans ce cas, le nombre des molécules organiques, très-exagérées en grosseur cependant, atteindra encore la moitié du cube de 409, soit 30 millions.

» On voit par là qu'une parcelle de matière invisible pour nous, malgré l'emploi de nos plus puissants instruments d'optique, renferme déjà ample-

(1) La distance des molécules d'eau étant 3 distances d'atome, au lieu de 100 millions, dans la longueur d'un millimètre, il n'y en aurait que le tiers, soit 33333333; et comme la formule qui exprime le rapport du nombre des molécules de l'anneau à celui des molécules du cercle est $\frac{2\pi}{\pi r^2}$, qui, par l'élimination de πr, se réduit à $\frac{2}{r}$, soit 2 molécules pour la circonférence, tandis que le cercle en renferme 33333333, soit environ 16 millions de fois autant; et comme un tube d'un millimètre de rayon correspond à un tube de 2 millimètres de diamètre, le double de 210 millions, étant divisé par 33333333, donne, à peu de chose près, 13 millimètres, au lieu de $14^{mm},5$, suivant l'observation; et encore la hauteur observée est-elle augmentée d'une constante égale à 2 ou 3 millimètres, qui s'observe en dehors des tubes capillaires et qui provient sans doute de l'adhérence des molécules d'eau, qui est plus forte pour le verre qu'elle ne l'est pour elle-même.

ment de la matière pour suffire à son organisation, bien qu'elle soit infiniment éloignée du volume des objets les plus petits qui soient perceptibles à notre vue directe. Par exemple, les particules éclairées par un rayon de soleil, que nous voyons flotter librement dans l'air, sont composées de poussières minérales, et dans le nombre on voit très-souvent des filaments assez longs qui proviennent du coton, de la soie ou des toiles d'araignées; leur diamètre moyen étant de 1 centième de millimètre pour une longueur de 1 millimètre, qui se rencontre très-communément, le volume de ces débris est à lui seul 100 *millions de fois plus grand* que celui du grain de semence présumée des levûres ou végétaux fermentescibles.

» Les cellules végétales, auxquelles on attribue un rôle du même genre, sont déjà de ce calibre; en elles-mêmes, elles ne représentent qu'un produit de végétaux, l'analogue, par exemple, des feuilles des arbres, et ne sont pas plus aptes à produire un végétal d'elles-mêmes que les feuilles des arbres à produire un arbre.

» C'est précisément l'acte d'appropriation des molécules du liquide fermentescible pour la production de la cellule, en tant que membre d'un végétal, qui produit la fermentation; mais si, comme beaucoup le prétendent, il se formait *spontanément* des végétaux, c'est-à-dire sans *aucune filiation directe d'un végétal organisé antérieur*, ces formations spontanées *se compteraient par millions d'espèces*, tandis que c'est tout le contraire qui arrive. Ces espèces sont si rares qu'on les a toutes pourvues d'un nom latin caractéristique. C'est là un très-puissant argument contre les générations spontanées. Il ne se produit de nos jours pas plus de grands animaux nouveaux que de végétaux nouveaux microscopiques; ce qui autorise à dire, par analogie, qu'en fait de ferments nouveaux formés de toutes pièces, on n'a jamais que des bœufs ou des moutons.

» D'ici peu de temps je compléterai cette première Communication par l'indication de moyens additionnels, propres à augmenter la sûreté des expériences. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Dosage du manganèse dans les sols et dans les végétaux.* Note de **M. A. Leclerc**, présentée par M. Balard. (Extrait.)

« Les méthodes de dosage du manganèse dans les sols et les cendres des végétaux par les pesées sont trop peu précises pour qu'on puisse en obtenir des résultats sérieux, à moins que l'on n'opère sur de grandes masses de matières. La méthode que je propose ici, par les liqueurs titrées, me paraît préférable, joignant à la rapidité d'exécution la rigueur des titrages,

ainsi qu'on le verra par quelques chiffres. Elle consiste à transformer le manganèse d'une solution azotique en permanganate, et à titrer celui-ci au moyen d'une liqueur appropriée. Cette transformation est très-facile à effectuer au moyen du minium (1), puisque le fer et l'aluminium, les seuls corps qui pourraient agir sur le permanganate, sont à l'état de peroxyde au moment de la transformation. Cette réaction aura toujours lieu, si toutefois il n'existe aucune trace de chlore dans les matières employées; mais, avant d'appliquer cette méthode à un dosage, je crois devoir faire connaître quelques détails pratiques de l'expérience.

» Si l'on s'adresse à un sol, il faut, avant l'attaque par l'acide azotique, détruire autant que possible, par calcination, ses matières organiques, ajouter de l'acide azotique pur, porter à l'ébullition, et éviter, pendant l'attaque, l'évaporation à siccité. On s'exposerait à manquer beaucoup d'analyses si l'on n'avait égard à cette dernière précaution; car on sait que l'azotate de manganèse se décompose à 142 degrés en MnO^2, qui est alors presque inattaquable par l'acide azotique. Lorsque l'attaque est complète, on filtre et on étend la liqueur jusqu'à un volume déterminé. Une fraction de ce volume, celle dans laquelle on a dosé le chlore par l'azotate d'argent, est portée à l'ébullition dans une capsule en porcelaine. A ce moment, on la retire du feu, et, lorsque la masse ne bout plus, on l'additionne d'un peu de minium, en agitant constamment. Il se développe une belle coloration violette de permanganate de potasse, en partie masquée par l'oxyde puce de plomb qui s'est formé et se dépose, coloration dont l'intensité est en rapport avec la quantité plus ou moins grande de manganèse. Si le minium n'était point attaqué, ce qui arrive lorsque la liqueur est faiblement acide, on ajouterait un peu d'acide azotique pour favoriser la réaction. On laisse déposer quelques minutes, et l'on filtre sur de l'amiante bien exempte de chlore. Alors on procède au titrage de la liqueur filtrée. A ce moment la liqueur renferme un petit excès d'acide azotique, du permanganate de potasse, de l'azotate de plomb, des sels de fer, d'alumine, de magnésie, de chaux, de soude et de potasse. L'azotate de plomb ne me permettant pas le titrage avec le sulfate double de fer et d'ammoniaque, à cause du précipité de sulfate de plomb qui empêche de saisir le moment où la décomposition du permanganate est complète, l'acide oxalique donnant aussi du carbonate de plomb, à moins que la liqueur ne renferme un excès d'acide azotique, et exigeant d'ailleurs

(1) Cette réaction a été indiquée déjà comme moyen qualificatif de recherche du manganèse par Hoppe-Seyler. (Frésénius, *Traité d'Analyse*.)

une température assez élevée, je cherchai un autre réducteur, me permettant de saisir nettement le passage de la coloration violette du permanganate à une coloration différente. L'azotate mercureux me donna des résultats très-satisfaisants. En présence d'un oxydant énergique, comme le permanganate, il se transforme en azotate mercurique, et la fin de la décomposition est marquée par le passage rapide de la coloration rose tendre de la solution de permanganate au jaune vert, lorsqu'il y a beaucoup de manganèse, ou à une solution incolore lorsque le manganèse est en faible proportion. Avec cette liqueur, aucun précipité ne se forme immédiatement, à moins que la solution ne renferme trop de manganèse. Le titrage est le plus facile lorsque la liqueur est acide; si elle était neutre ou faiblement acide, le précipité de sesquioxyde de manganèse qui se forme dans ce cas nuirait au titrage. Mais, dans la plupart des cas, aucune précipitation ne se manifeste pendant le titrage lorsque la solution renferme suffisamment d'acide azotique libre.

» L'azotate mercureux se titre au moyen d'une solution titrée de caméléon. Cette méthode, qui s'applique également bien aux analyses de cendres, a été soumise à de nombreux essais de contrôle.

» *Prèmier essai.* — 50 grammes de terre sont traités comme il est indiqué ci-dessus. On filtre et étend à 1000 centimètres cubes. Trois titrages faits chacun sur 100 centimètres cubes m'ont donné pour moyenne les nombres suivants :

$3^{cc}39$ azotate mercureux titré ($1^{cc} = 1^{mg},121$ de Mn)

correspondant à

$$1,121 \times 3,39 = 3^{mg},8102 \text{ de manganèse.}$$

» 50 grammes de la même terre, auxquels on a ajouté 10 centimètres cubes d'une solution titrée de caméléon, dont 1 centimètre cube renferme $2^{mg},366$ de manganèse, ont été traités simultanément et identiquement. On filtre et étend à 1000 centimètres cubes. Cinq titrages, chacun sur 100 centimètres cubes, ont donné une moyenne de

$5^{cc},51$ d'azotate mercureux titré,

correspondant à

$$1,121 \times 5,51 = 6^{mg},1767 \text{ de manganèse.}$$

Il résulterait donc, d'après ces dosages, une augmentation de

$$6,1767 - 3,8102 = 2^{mg},3665 \text{ de manganèse,}$$

correspondant à celui ajouté, pour 100 centimètres cubes, à la terre sous forme de permanganate. On a donc :

	mg
Manganèse retrouvé par l'analyse............	2,3665
Manganèse ajouté.........................	2,3660
Différence en plus.............	0,0005

» *Deuxième essai.* — 5 grammes de cendres sont traités de la même manière que le sol. On filtre et étend à 500 centimètres cubes. Les titrages faits sur 50 centimètres cubes donnent pour moyenne

14 centimètres cubes azotate mercureux titré,

correspondant à

$$1,121 \times 14 = 15^{mg},694 \text{ de manganèse.}$$

5 grammes de mêmes cendres sont traités simultanément et de la même manière; après addition de 5 centimètres cubes de caméléon ($11^{mg},830$ de Mn), on filtre et étend à 500 centimètres cubes. La moyenne des titrages faits sur 50 centimètres cubes donne

$15^{cc},055$ azotate mercureux,

correspondant à

$$1,121 \times 15,055 = 16^{mg},8766 \text{ de manganèse.}$$

» Il résulterait donc, d'après ces titrages, une augmentation de

$$16,8766 - 15,694 = 1^{mg},1826 \text{ de manganèse,}$$

correspondant, pour 50 centimètres cubes, à celui ajouté aux cendres. On a donc

	mg
Manganèse ajouté.........................	1,1830
Manganèse retrouvé.......................	1,1826
Différence en moins...........	0,0004

» Le tableau suivant, qui indique la teneur en sesquioxyde de manganèse de divers sols et cendres de végétaux, montre que cette méthode de dosage direct du manganèse, dans des liqueurs contenant du fer, de l'alumine, de la magnésie, de la potasse et de la soude, permet d'en apprécier des quantités infiniment petites :

Terrains géologiques.	*Sols correspondants.* 100^{gr} de terre contiennent :	Mn^2O^3. gr	*Cendres de végétaux récoltés sur ces sols.* 100^{gr} de cendres contiennent :	Mn^2O^3. gr
Grès vosgien...	Sol du Sapin......	0,037	Sapin..................	4,507
	Sol du Chêne......	0,186	Chêne.................	1,488
	Sol du Hêtre......	0,110	Hêtre.................	5,307
Marnes irisées..	Forêt de Paroy (Meurthe-et-Moselle...	0,173	Charme.................	7,454
			Tilleul................	3,744
			Saule..................	0,574
			Bouleau................	2,981
			Érable.................	0,383
			Aune...................	1,965
			Orme...................	0,142
			Tremble................	0,636
			Prunier................	0,121
Terrain crétacé.	Aï (Marne).......	0,111	Vigne (tiges)...........	0,191
			Vigne (racines)..........	0,130
			Raisin (marcs)..........	0,071
Alluvions.....	Toulouse.........	0,078	Buis...................	0,061
Terrain crétacé (Yonne)....	Bas-du-Cellier stérile.	0,236	»	»
	Bas-du-Cellier.....	0,276	Pin maritime (mal venant).	0,021
	Quatre-Arpents....	0,276	Pin maritime (bien venant).	0,325
Lias.........	Nancy..................		Tabac..................	0,181
Marnes irisées..	Bezanges-la-Grande (Meurthe)......	0,219		
Porphyre.....	Remiremont......	0,070		
Granit........	Remiremont......	0,063		
	Terre noire de Russie.	0,143		

Grains.

100 grammes contiennent :

	Mn^2O^3. gr		Mn^2O^3. gr
Blé Galland..............	0,0113	Maïs quarantain............	0,0020
Orge Chevallier............	0,0056	Riz......................	0,0010
Jarosse d'Auvergne..........	0,0037	Sons de riz................	0,0000

---

100 grammes de cendres de poudre d'os............................	0,0061
100 grammes de coprolithes......................................	0,1460

» La théorie de cette méthode est facile à apprécier; elle est représentée par la formule que voici :

$$Mn^2O^7, KO + 4Hg^2O, AzO^5 + 5AzO^5 = KO, AzO^5 + 8HgO, AzO^5 + Mn^2O^3.$$

Cette supposition de la précipitation de Mn^2O^3 est, du reste, vérifiée par l'expérience; car, en recueillant le précipité après le titrage, ce précipité présente tous les caractères du sesquioxyde de manganèse.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de la Station agronomique de l'Est, à Nancy. »

M. J. **Girard** adresse des observations concernant divers problèmes de tracés géométriques, que l'on trouve résolus dans certaines algues microscopiques.

« Les valves de la plupart des Diatomées sont couvertes d'hexagones, de protubérances et de stries, disposées dans une parfaite concordance avec les principes élémentaires de Géométrie. En examinant attentivement la répartition des cellules hexagonales d'un Discoïde, le *Coscinodiscus*, telles qu'elles sont obtenues sur une épreuve photographique amplifiée à 480 diamètres, on voit que cette grande régularité d'ensemble n'est qu'une parfaite compensation d'éléments incompatibles. Si l'on trace sur la photographie plusieurs rayons partant du rayon central et aboutissant à la périphérie, il devient évident que sur toute cette surface convexe, couverte d'un réseau de cellules hexagonales, se trouve un canevas géométrique raccordé par de nombreux pentagones. Si les cellules étaient toutes de même forme, il en résulterait que, très-petites près du centre, elles s'élargiraient trop sur les bords du cercle; les pentagones intercalés obvient à cet inconvénient; tantôt isolés, tantôt groupés, selon leur distance au centre, ils équilibrent le réseau, sans diminution sensible d'aucune cellule.

» La juxtaposition de ces deux figures entraîne nécessairement une déformation variable de l'une d'elles, sans cependant nuire à l'effet régulier de l'ensemble. On trouve une preuve de la rectitude avec laquelle se produit cette compensation, base du système du réseau, dans une illusion optique simulant le guillochage, quand les cellules sont éclairées obliquement.

» Ce fait se représente sur la plupart des Diatomées, dont la valve a une configuration géométrique. Nous voyons, sur un *Triceratium* grossi à 800 diamètres, des hexagones disposés en files parallèles aux trois côtés du triangle; ces séries de files ne seraient pas capables de se raccorder entre elles sur les bissectrices des angles, si les hexagones n'étaient pas modifiés ni raccordés par des pentagones.

» La même organisation se rencontre chez les sujets dont la surface est simplement couverte de protubérances ou perles. Nous remarquons sur une épreuve de *Cocconeis,* grossi à 950 diamètres, des files de perles qui abou-

tissent à la ligne médiane ou grand axe de l'ellipse, avec une déviation graduée, tendant à un point de centre fictif, situé au delà du sujet.

» *N. B.* M. Maddox (de Woolstone) a pu exécuter une empreinte en plâtre d'un sujet microscopique, moulée sur une épreuve sur gélatine bichromatée. L'objet choisi est un *Pleurosigma angulatum*, grossi à 1500 diamètres, d'après une épreuve directe. Le relief en plâtre fait ressortir toutes les perles ou protubérances qui recouvrent la valve; il a reconstitué en quelque sorte les saillies naturelles du sujet, qui sont souvent interprétées faussement dans les clichés photographiques, par suite des effets d'interférence de la lumière traversant la matière silico-gélatineuse de la valve. Ce relief, copié de nouveau à la chambre noire, avec un éclairage très-oblique, donne une épreuve identique à celle qui a servi de prototype. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. le comte Jaubert, Membre libre de l'Académie, ayant donné sa démission, le 3 juillet 1872, dans la séance générale trimestrielle des cinq Académies de l'Institut, et l'ayant maintenue, l'Académie des Sciences, spécialement convoquée à cet effet, l'a acceptée par une délibération prise dans la séance de ce jour.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 octobre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin de la Société industrielle de Reims; 1872, t. VIII, n° 37. Reims, imp. H. Gérard, 1872; in-8°.

Cascina Pasteur. *Éducations par pontes isolées. Étude bacologique; par* G. SUZANI. Milan, imp. Civelli, 1872; in-4°.

E. DIAMILLA-MULLER. *Esplorazioni al polo antartico.* Milano, coi tipi della *Gazzetta di Milano*, 1872; in-12.

Opinioni e scritti di Lodovico-Antonio Muratori intorno a cose fisiche, medi-

che e naturali. Saggio di L. Salimbeni. Modena, tipog. Gaddi gia Soliani, 1872; in-4°.

Atti della reale Accademia dei Lincei, compilati dal Segretario; t. XXV, anno XXV, sessione IVa del 3 marzo, sessione Va del 7 aprile, sessione VIa del 5 maggio (1872). Roma, tipog. delle Belle-Arti, 1872; in-4°.

Transactions of the Zoological Society of London; vol. VIII, part 2. London, printed for the Society, 1872; in-4°.

A discussion of the Meteorology of the part of the Atlantic lying north of 30° N. for the eleven Days ending 8th february 1870, by means of synoptic charts, diagrams and extracts from logs, with remarks and conclusions. London, printed by G.-E. Eyre, 1872; in-4°, avec cartes.

Catalogue of the library of the Zoological Society of London. London, printed by W. Clowes and Sons, 1872; in-8°.

Revised list of the vertebrated animals now on lately living in the Gardens of the Zoological Society of London 1872. London, printed for the Society, 1872; in-8°.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of London for the year 1872; part I, january-march. London, printed fort the Society, 1872; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 octobre 1872.)

Page 1028, ligne 2 en remontant, *supprimez les trois mots* l'opale, l'émeraude, la topaze.

(Séance du 4 novembre 1872.)

Page 1121, ligne 10, *au lieu de* M. A. Doran, *lisez* M. G. Doray.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Observation sur la rédaction du dernier Compte rendu ; *par* **M. Pasteur.**

« Dans le *Compte rendu* de la dernière séance, sous la rubrique : *Réponse verbale, etc...*, M. Fremy, parlant de moi, s'exprime ainsi :

« Notre confrère, qui a sans doute ses motifs pour mettre fin à un débat dans lequel il perd évidemment du terrain,... »

» Je déclare que M. Fremy n'a rien dit de semblable dans la dernière séance. S'il eût exprimé cette pensée, soit dans les termes que je viens de rappeler, soit dans des termes équivalents, j'aurais immédiatement protesté contre cette étrange assertion, dans laquelle notre confrère cherche à donner le change aux lecteurs des *Comptes rendus* sur une situation si claire pour tous, QUI A COMMENCÉ, DE SA PART, PAR UNE CONTESTATION DE L'EXACTITUDE DE MES EXPÉRIENCES, ET QUI A FINI, DE SA PART ENCORE, PAR UN ACQUIESCEMENT A L'EXACTITUDE DE TOUTES CES MÊMES EXPÉRIENCES. Je suis toujours prêt à discuter sur des faits précis, mais non sur des opinions spéculatives. »

M. Bouillaud exprime son regret que la proposition de M. Pasteur, au sujet de l'origine des ferments, n'ait pas été adoptée. « En effet, dit

M. Bouillaud, la question la plus controversée de la théorie des fermentations *proprement dites*, c'est, sans contredit, celle qui roule sur l'origine des ferments. C'eût été un résultat des plus importants, que de résoudre d'une manière définitive une telle question. M. Pasteur était convaincu que les expériences proposées par lui et faites par lui conduiraient à ce résultat. Je partage son sentiment, et de là les regrets que je viens d'exprimer devant l'Académie, et aussi mon vif désir que ces expériences soient un jour pratiquées. »

FERMENTATIONS. — *Encore quelques mots concernant l'opinion de M.* Pasteur *sur l'origine des levûres; par* **M. A. Trécul.**

« Je regrette beaucoup que les quelques lignes ajoutées au bas de la page 1168 du dernier *Compte rendu* n'aient pas été lues à la séance; j'eusse été dispensé de reprendre aujourd'hui la parole pour y répondre. Malgré le désir que j'aurais de garder momentanément le silence, je me crois dans l'obligation de faire ressortir l'exactitude de mes observations de nouveau contestées, en les opposant aux nouvelles contradictions de M. Pasteur, qui dit que, il y a quatre mois, des doutes se sont tout à coup présentés à son esprit sur la réalité de la transformation des articles du *Mycoderma vini* en levûre.

« J'ai craint, ajoute-t-il, que tous ces passages, si faciles à constater en apparence quand on suit la méthode de la submersion que j'ai indiquée, ne soient qu'illusion, et que la levûre, qui prend réellement naissance dans les expériences, dérive non des articles du *Mycoderma vini* submergés et plus ou moins privés d'air, *mais d'un ou plusieurs germes de cette levûre que l'air aurait apportés* pendant la préparation du *Mycoderma*, et dont le développement ne se manifesterait qu'après la submersion du voile. Pour lever ces doutes, j'ai institué les expériences les plus nombreuses, les plus variées, et je n'arrive pas, depuis quatre mois, à me satisfaire par des preuves à l'abri de tout reproche. »

» Si, dans ces circonstances, ce sont encore des germes venus de l'air qui déterminent la fermentation, que devient donc cette intéressante Communication du 7 octobre dernier, basée sur la végétation du *Mycoderma vini* submergé, et d'après laquelle ce ne sont pas seulement des cellules de *Mycoderma*, mais les cellules végétales les plus diverses qui produisent la fermentation? De plus, M. Pasteur ne dit-il pas à la page 787?

« Je ne parle pas de ces cas *où les spores* (de *Mycoderma vini*) *semées donnent de la vraie levûre de bière;* j'y reviendrai ailleurs »

» Ce mot *spores*, ainsi que l'indique la lecture des alinéas précédents, exprime bien que c'est des articles du *Mycoderma vini* qu'il s'agit; notre confrère me l'a d'ailleurs affirmé, quand je lui demandai s'il n'était pas

question de spores de quelque autre champignon, de celles du *Penicillium glaucum*, par exemple, dont il est parlé plus loin dans le même alinéa.

» Eh bien, cette intéressante modification dans le genre de vie du *Mycoderma* n'est qu'une illusion, nous dit aujourd'hui M. Pasteur, qui considère aussi comme absolument erronée la transformation du *Mycoderma* en *Penicillium,* ou, inversement, le changement du *Penicillium* en *Mycoderma* et sans doute aussi en levûre.

« Que M. Trécul, dit encore notre confrère, veuille bien comprendre la difficulté de conclure rigoureusement dans ces études si délicates. »

» Je n'ai point eu besoin des avertissements de M. Pasteur pour reconnaître les causes d'erreur qui peuvent se présenter dans le cours de telles expériences. Je les ai signalées en 1868 et en 1871, dans quatre Communications différentes. Je les ai même décrites assez longuement. Et puis, ce n'est pas la modification de la figure des spores du *Penicillium*, c'est-à-dire leur transformation en cellules identiques à celles de la levûre alcoolique par l'aspect et par le mode de propagation qui peut être révoquée en doute. Cela est incontestable pour quiconque se donne la peine de renouveler les expériences. Ce dont j'ai pu douter au début de mes études sur ce sujet, c'est que ce fussent elles qui agissent comme levûre. Je n'avais pas la preuve que ces cellules du *Penicillium*, devenues tout à fait semblables à la levûre de bière, ne fussent pas seulement mêlées à cette dernière, formée spontanément, c'est-à-dire par hétérogénèse, aux dépens des matières albuminoïdes en dissolution.

» J'ai décrit, à l'appui de mes doutes, des expériences dans lesquelles des spores de *Mucor Mucedo* var. *racemosus* ou des cellules du mycélium de cette plante produisaient des cellules globuleuses bourgeonnantes, ayant le même mode de végétation que la levûre de bière, lesquelles cellules constituent ce que M. Bail a appelé *levûre à grosses cellules*. Ce dernier savant pensait que cette grosse levûre, employée dans une série de fermentations successives, passait à l'état de levûre à petites cellules, c'est-à-dire à l'état de levûre de bière ordinaire. J'ai montré par des expériences de contrôle, faites simultanément avec le même moût de bière non ensemencé, que ce prétendu passage était dû à la formation *spontanée*, à chaque opération, d'une nouvelle quantité de levûre de bière, qui, s'ajoutant au produit de la levûre ancienne, déterminait la prédominance de la levûre à petites cellules sur les grosses cellules de *Mucor*, qui semblaient disparaître.

» Je n'ai donc point eu besoin, comme je le disais tout à l'heure, des avertissements de M. Pasteur, et ce n'est point prématurément que j'ai

exprimé, en 1871, ma conviction puisée dans des expériences postérieures à celles dont j'ai parlé d'abord. Je n'ai plus aucun doute à cet égard (1).

» Comment en pourrait-il subsister? Voilà un liquide fermentescible qui est resté un mois ou six semaines sans fermenter, et qui, ensemencé de spores de *Penicillium* (2) à une température à laquelle la fermentation spontanée n'est pas produite, donne une énergique fermentation au bout de quelques jours, tandis que les spores grossissent, se décolorent et prennent, en bourgeonnant, l'aspect de la levûre de bière.

» Si l'on ajoute à cela que M. Pasteur lui-même, dont tout le monde reconnaît l'habileté expérimentale, assure que des spores de *Penicillium* transforment le sucre en alcool et en acide carbonique, n'est-il pas évident que nos spores qui ont pris la figure, le volume et le mode de végétation de la levûre, sont réellement changées en levûre de bière? Mais ce n'est pas là tout. On peut remonter, ainsi que je l'ai dit avec Turpin et MM. Berkeley, Bail, Hoffmann, Hallier, Musset et Joly, de la levûre au *Mycoderma* et au *Penicillium*.

» Il est un autre point sur lequel je désire appeler l'attention de l'Académie : c'est celui qui concerne l'apparition de la levûre à l'intérieur des fruits en apparence parfaitement sains.

» M. Pasteur dit, dans la Communication du 7 octobre et dans sa réponse à M. Fremy du 28 du même mois : 1° que les cellules des grains de raisin et d'autres fruits placés dans l'acide carbonique forment immédiatement de l'alcool; 2° qu'il n'y a pas apparition de levûre dans leur intérieur; 3° que ce n'est que dans des cas exceptionnels et rares que des cellules de levûre peuvent pénétrer de l'extérieur à l'intérieur. Il dit encore dans une note du bas de la page 983 :

---

(1) Il y a une telle identité dans la figure, dans le volume et dans le mode de végétation des spores du *Penicillium* transformées, avec la figure, le volume et le mode de végétation des cellules de la levûre de bière, que celui qui renouvellera ces expériences comprendra que ces doutes mêmes, que j'exprimais en 1868, n'existaient pas dans mon esprit (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1154, et t. LXXIII, p. 1458). Il n'y a là que l'expression des scrupules d'un observateur consciencieux, qui ne veut donner comme certain que ce dont il a des preuves péremptoires. Maintenant que je possède ces preuves, il ne peut plus y avoir même l'ombre d'un doute pour moi.

(2) Je me suis servi pour ces expériences de spores de *Penicillium* de formes diverses : 1° des grosses spores vertes et elliptiques d'une forme de *Penicillium* qui croît sur le citron; 2° des spores elliptiques, bleuâtres et plus petites que les précédentes, d'une autre forme de *Penicillium* qui se développe aussi sur le citron; 3° des spores globuleuses de la forme dite *P. crustaceum*; 4° enfin des spores du *Penicillium* qui naît de la levûre de bière.

« Dans les groseilles, fruits de toute autre nature que les raisins et les pommes, il m'est arrivé *souvent* de constater la présence de la petite levûre des fruits acides. »

» Comment se fait cette pénétration des cellules de levûre à l'intérieur de fruits dont la surface est intacte? Bien que M. Pasteur rapproche de cette observation la présence des moisissures dans l'intérieur de pommes en apparence saines, et à la surface de grains de raisin dans l'arrière saison, ce n'est évidemment pas à ces moisissures qu'il attribue l'existence de cette levûre dans les fruits, puisqu'il repousse la transformation des moisissures en levûre. Les cellules de levûre se sont donc introduites toutes formées dans l'organisme vivant; mais le mode d'introduction est à trouver. Espérons que notre confrère le découvrira (1). Je ne manquerai pas de faire remarquer que, dans cette nouvelle opinion de M. Pasteur, la levûre doit exister toute formée dans l'air, ou son germe aussi volumineux qu'elle, et inconnu de nouveau, puisque notre confrère n'admet plus qu'elle provienne du *Mycoderma vini*, ni de ses germes.

» Si la levûre alcoolique résulte d'un germe qui n'est pas identique à elle, il y a là aussi une transformation. On n'a rien gagné à rejeter celle du *Mycoderma*. D'un autre côté, l'existence de cette levûre, toute formée dans l'air, est en contradiction avec une autre théorie de M. Pasteur. En effet, les levûres étant des *anaérobies*, c'est-à-dire des êtres qui ne vivent qu'à l'abri de l'air, et ne peuvent subsister au contact de ce dernier, dans lequel ils meurent nécessairement, doivent y périr aussi, puisque M. Pasteur leur refuse, depuis lundi dernier, 11 novembre, la faculté de se transformer en *Mycoderma*, faculté qu'il semblait pourtant disposé à admettre dans une de ses dernières Communications. Ne dit-il pas (p. 1057 de ce volume) qu' « il a donné le moyen de provoquer dans la levûre un mode de nutri-» tion qui la rapproche des Mucédinées proprement dites ».

» Cette opinion concordait parfaitement avec l'idée de la métamorphose du *Mycoderma vini* en levûre. Cet accord n'existe plus maintenant, ce *Mycoderma* étant destitué de sa faculté de transformation. C'est vraiment fâcheux, car M. Pasteur nuit par là à sa théorie des *aérobies* et des *anaérobies*, qui serait bien plus satisfaisante s'il eût cherché à montrer la parenté des anaérobies avec les aérobies, c'est-à-dire de la levûre avec le mycoderme, par exemple, comme notre confrère l'a annoncé en 1862, ou bien les rapports de ses levûres diverses avec les bactéries qui les précèdent,

---

(1) De mon côté, je chercherai si cette levûre est produite par les matières plasmatiques ou si elle résulte de la transformation de quelque mycélium.

et avec quelqu'une des moisissures qui les protégent contre l'action de l'air, de même que je prétends que la levûre de bière est alliée aux bactéries par la levûre lactique, ainsi qu'au *Mycoderma* et au *Penicillium*. Au contraire, M. Pasteur assure que ses levûres et les aérobies ont une origine diverse; que les unes et les autres sont nées de germes différents, tombés de l'air, et qu'il ne connaît certainement pas; que les germes des aérobies se développent d'abord, enlèvent au liquide l'oxygène en dissolution, et qu'alors seulement les germes des anaérobies commencent leur évolution.

» Cette théorie, tout ingénieuse qu'elle est, n'est-elle pas aussi surprenante que l'hétérogénie elle-même, à laquelle elle ressemble beaucoup, si elle ne se confond pas tout à fait avec elle, puisqu'elle suppose des êtres qui ne peuvent vivre au contact de l'air, et qui cependant proviendraient de germes se conservant indéfiniment aux intempéries de notre atmosphère?

» Il paraît que M. Pasteur, qui s'était réservé de rechercher si ces êtres ne pourraient pas provenir de modifications des aérobies, revient à l'opinion qu'il y a réellement deux classes d'êtres bien distincts, ayant chacune son genre de vie particulier, puisque le *Mycoderma vini*, qui était le seul exemple de transformation que possédât l'auteur, ne serait plus jugé susceptible de se changer en levûre, c'est-à-dire de passer de l'état d'aérobie à celui d'anaérobie.

» A cause même de cet avis nouveau de M. Pasteur, je renouvelle à l'Académie la proposition que j'ai déjà faite de prouver que les bactéries constituent la levûre lactique; que celle-ci peut se changer en levûre de bière; que cette dernière, type des anaérobies, peut se transformer en aérobies, c'est-à-dire en *Mycoderma* et en *Penicillium*, et inversement que le *Mycoderma* et les spores du *Penicillium* peuvent se changer en levûre alcoolique; que cette levûre peut commencer par de fines granulations; enfin que les *Amylobacter* peuvent naître des matières plasmatiques.

» N'ai-je pas cité aussi des *Amylobacter*, ces anaérobies non moins intéressants, qui sont devenus, au sein même du liquide, des petits végétaux ramifiés, que j'ai comparés pour l'aspect à de petits *Opuntia*. J'ai encore mentionné des vibrions, autres anaérobies, qui furent remplacés dans les cellules qui les contenaient par des filaments de même diamètre qu'eux, enroulés comme un écheveau de fil.

» Ce qui précède montre que M. Pasteur est enfermé dans une enceinte de faits inflexibles, de laquelle il ne peut sortir que par la porte de l'hétérogénie, qu'il ne croit pas devoir prendre. Aussi le voyons-nous explorer

vainement tous les points de cette circonférence, qui se resserre sans cesse autour de lui.

» Il y a tout lieu d'espérer qu'avant peu de temps un nouveau jour sera jeté sur la question qui nous occupe par le développement des levûres à l'intérieur des fruits placés à l'abri de l'air. On ne peut manquer de reconnaître bientôt si cette levûre doit être attribuée aux matières plasmatiques des cellules des fruits, ou à la modification des utricules de quelque champignon. C'est entre ces deux solutions, qui sont l'une et l'autre du ressort de l'hétérogénie, que M. Pasteur sera contraint d'opter. »

MÉTROLOGIE. — *Note sur la forme qu'il convient de donner aux mètres que la Commission internationale doit construire; par* **M. Tresca.**

« La Commission internationale du mètre a reçu pour mission de construire un étalon fondamental et des copies autant que possible identiques pour les différents États intéressés. Tout ce qui touche à la construction de ces étalons présente dès lors un grand intérêt, et nous nous sommes demandé si la forme même des règles, qui devront constituer les mètres, ne devait pas donner lieu à une étude spéciale. Nous indiquons dans cette Note, extraite d'un travail plus étendu, les principaux motifs qui ont donné lieu à l'adoption du profil que nous avons proposé.

» I. *Considérations sur la roideur des barres employées à la construction des étalons.* — Le mètre des Archives, construit en platine, a une section rectangulaire de 25 millimètres de largeur sur 4 d'épaisseur, soit une section de 100 millimètres carrés, correspondant à celle d'un carré de 10 millimètres de côté; il est d'une grande flexibilité.

» Les yards étalons construits en Angleterre en métal de Baily ont une section carrée beaucoup plus grande, de 1 pouce de côté, ou 25 millimètres sur 25. Leur section est ainsi 6,25 fois plus grande que celle du mètre des Archives, et leur roideur est non-seulement satisfaisante et égale, lorsque la règle est placée sur l'une quelconque de ces quatre faces, mais on sait aussi que cette roideur est encore la même lorsque les faces sont inclinées à 45 degrés, ce qui exclut toute crainte de torsion pendant les manœuvres, au grand avantage de la conservation de la règle. Nous avons cherché à obtenir les mêmes avantages avec une dépense de matière beaucoup moindre.

» II. *Importance particulière du plan des fibres neutres.* — Pour la construction des mesures à traits, l'étude de la forme qu'il convient de leur donner est beaucoup plus complexe.

» On sait, en effet, pour ne parler d'abord que de la flexion que peut éprouver la règle entre les points sur lesquels elle serait portée, que la seule longueur qui ne change pas sensiblement est celle qui serait tracée dans le plan parallèle aux supports et passant par les centres de gravité de toutes les sections transversales. En dehors de ce plan, toute ligne longitudinale convexe est allongée, toute ligne concave est raccourcie, et cela d'autant plus, de part et d'autre, que la flèche est plus grande et que les faces extérieures sont plus éloignées du plan des fibres moyennes.

» Pour une section carrée, par exemple, la flèche est, toutes choses égales d'ailleurs, inversement proportionnelle au carré de la hauteur, et le raccourcissement de la face supérieure concave est proportionnel à cette même hauteur, de sorte qu'en définitive la variation finale de longueur a lieu en raison inverse de l'épaisseur.

» Pour éviter cette influence, qui est loin d'être à négliger, on a eu recours, pour un certain nombre d'étalons, à différentes dispositions qui permettent de placer les traits qui définissent la longueur dans le plan moyen. Tantôt on creuse des puits jusqu'au milieu de l'épaisseur de la règle, et c'est au fond de ces puits que la longueur se trouve définie par les traits; tantôt on réduit les extrémités tout entières à la moitié de leur section normale, en conservant ainsi des talons d'une hauteur moitié moindre, et qui reçoivent également les traits qui définissent la mesure.

» Dans l'un et l'autre cas, on met à nu une petite partie du plan moyen de la règle, de manière à éviter l'influence résultant de son épaisseur plus ou moins grande.

» Nous avons pensé que cette altération partielle de la section transversale de la règle, dans une partie plus ou moins grande de sa longueur, n'était pas sans inconvénient au point de vue de l'interruption qui en résultait pour certaines files longitudinales de molécules, et nous avons cherché à résoudre le problème en nous assujettissant à laisser apparaître, sur toute la longueur, une partie du plan moyen assez large pour que les traits terminaux puissent être tracés sur ce plan, à peu de distance de ses extrémités. Cela revient, en définitive, à employer une forme exactement prismatique, dont la section droite est disposée de telle façon que le plan horizontal qui contient le centre de gravité forme une sorte de tablette, accessible aux outils traceurs et aux visées des microscopes.

» III. *Formes diverses répondant à la condition précédente.* — On arrive à reconnaître que le profil en X avec nervure horizontale répond le mieux à la condition de laisser apparent le plan des fibres neutres.

» IV. *Influence des dispositions qui précèdent sur les effets des inégalités de température ou de pression.* — Ce n'est pas seulement au point de vue de la flexion due au poids de la règle, mais encore et surtout relativement aux variations et aux inégalités de la température qu'il y a lieu de considérer le plan des fibres neutres.

» Si une barre s'échauffe plus sur l'une de ses faces horizontales que sur l'autre, la première prend nécessairement une longueur relative plus grande; la barre tout entière se courbe comme si elle était formée de deux métaux de dilatations différentes; mais le plan des fibres neutres conserve, entre les deux faces supérieure et inférieure, une longueur moyenne qui ne dépend plus de la différence entre les deux températures extrêmes; elle se dilate ou se contracte pour ainsi dire pour son propre compte, sans être autrement influencée par les actions moléculaires qui se développent en dehors d'elle.

» On se fera une idée plus exacte encore de ce qui se passe dans une telle circonstance, si l'on admet comme évidente l'analogie tout à fait complète des effets produits, avec ceux qui seraient déterminés par une action mécanique, développée suivant la longueur de l'une des faces extrêmes seulement, suivant la face inférieure par exemple.

» Il est clair que si l'on comprime cette face, elle ne pourra obéir à l'action comprimante qu'en entraînant dans sa déformation les couches voisines, jusqu'à la couche des fibres neutres, et en déterminant au delà de cette couche des allongements correspondants et tels que les sections transversales restent, dans toute la longueur du solide fléchi, perpendiculaires au plan déformé des fibres neutres, ainsi que l'a si bien démontré M. le baron Ch. Dupin, et ainsi que cela est admis comme base indiscutée dans tous les calculs relatifs à la flexion. Si donc notre barre est comprimée suivant la longueur de la face inférieure, cette face deviendra concave et se raccourcira, la face opposée deviendra convexe et s'allongera, tandis que la couche des fibres neutres, bien qu'obéissant à la courbure générale, ne subira dans sa longueur qu'une variation réduite au minimum et pour ainsi dire négligeable.

» L'action de compression à laquelle nous venons de faire allusion se présenterait naturellement dans la pratique, par suite du frottement de la règle sur le plan qui la supporterait, au moment où la température viendrait à diminuer et dans le cas où le support se contracterait plus que la règle elle-même. La règle prendrait alors une forme convexe, par suite de laquelle elle ne porterait plus que sur ses points extrêmes.

» M. le général Morin a démontré que pour une règle de platine iridié, dont le coefficient d'élasticité est connu, ce retard de contraction était sans influence appréciable, lorsque les surfaces en contact étaient enduites de plombagine. Mais il n'est pas nécessaire de recourir à cette condition relativement à la surface des fibres neutres, puisque sa longueur reste absolument indépendante de toutes ces actions locales, et c'est là encore une raison tout à fait essentielle pour chercher à placer sur cette surface toute la longueur destinée à définir un étalon.

» Nous avons supposé dans ce qui précède que l'inégalité de température ou la différence de contraction équivalait à un raccourcissement imposé à la force inférieure. Si les actions étaient de sens inverse, les courbures se produiraient encore, mais, la convexité étant tournée vers le bas, la règle, au lieu de porter sur ses points extrêmes, resterait tangente au plan de repos, à peu près en son milieu, et sa face inférieure, ne portant plus que par un point, se dilaterait librement sans qu'il y ait lieu de tenir compte d'aucun frottement.

» D'une manière générale, nous reconnaissons, tout au moins par ce qui précède, que le frottement qui s'opposerait à la contraction, fût-il excessif, la longueur de la fibre neutre n'en saurait être affectée, et qu'ainsi le tracé sur cette fibre présente une sécurité que toute autre position ne comporterait pas.

» V. *Conditions de symétrie.* — Les considérations qui précèdent expliquent déjà comment nous avons été conduit à rechercher une forme en H ou en X, qui laissât la surface neutre à découvert et qui satisfît autant que possible à la condition d'une grande rigidité.

» La nervure horizontale doit, sur sa face supérieure, recevoir le tracé; mais il nous a semblé qu'il y aurait, en outre, quelque intérêt à faire ce tracé au centre même de la section, et pour cela nous nous sommes imposé, comme condition supplémentaire, de disposer la face supérieure de la nervure, de manière qu'elle fût exactement au milieu de la hauteur totale du solide.

» VI à XIV. Il nous suffit d'indiquer ici que la forme proposée :

» 1° Est représentée par la figure ci-jointe ;

» 2° Que la section transversale qu'elle représente se mesure par 150 millimètres carrés, c'est-à-dire par une fois et demie la section du mètre des Archives ;

» 3° Que son moment d'inertie est exprimé par $5{,}212 \times 10^{-9}$, et qu'ainsi

ce moment d'inertie est trente-neuf fois aussi grand que celui du mètre des Archives;

» 4° Que placée sur deux rouleaux, éloignés l'un de l'autre de 0,55 de la règle entière, la flèche de la règle serait de 8,4 microns, celle de la règle des Archives étant quarante fois plus grande;

» 5° Enfin, que le rapprochement résultant de la courbure entre les deux traits terminaux ne saurait dépasser 4 dix millièmes de micron.

» En supposant que la portée fût égale à un mètre, le rapprochement entre les points extrêmes serait notablement plus grand, mais ne dépasserait pas le chiffre de 0,3 micron donné par le calcul.

» XV. *Avantages divers que présente la section proposée.* — L'étude qui précède avait été uniquement dirigée vers les deux buts déjà indiqués : l'obtention d'une grande roideur avec fibre neutre apparente. Quelques avantages accessoires s'étaient bien présentés à notre esprit, mais ils n'ont pris réellement toute leur importance que dans les conversations que nous avons eues à ce sujet avec quelques-uns de nos collègues de la Commission du mètre.

» Au point de vue géométrique, nous attachons une grande importance à la constance absolue du profil dans toute la longueur de la barre; il est évident que cette constance satisfait plus complétement aux considérations qui servent de base à la théorie de la résistance des matériaux, dans laquelle on n'arrive plus à aucune déduction précise, si la section varie brusquement en quelque point. Les actions moléculaires sont ainsi mieux définies, la solidarité entre les différentes files de molécules est plus certaine, et les déformations anormales sont moins à craindre.

» En inscrivant le profil dans un carré, nous sommes aussi arrivé à une forme géométrique autant que possible symétrique.

» Au point de vue mécanique, la condition de la roideur maximum, et celle d'une roideur analogue dans les deux sens rectangulaires ne sont pas à notre avis les plus importantes.

» On peut chercher la valeur du plus grand effort moléculaire, développé dans la barre pendant sa suspension sur les rouleaux : cet effort maximum correspond aux points d'appui et à sa face supérieure ou inférieure, c'est-à-dire à une distance $v = 0,01$ du plan des fibres neutres; en le désignant par R par mètre carré, on trouve facilement

$$R = \frac{v\mathrm{PL}}{8\mathrm{I}}\left(1 - \frac{l}{\mathrm{L}}\right)^2 = 157\,500^{\mathrm{kg}}.$$

Cette valeur revient à $0^{\mathrm{kg}},16$ par mètre carré.

» D'un autre côté, il résulte des nouvelles déterminations que nous

avons faites avec M. Broch, que l'élasticité du platine iridié n'est pas altérée par un effort de 30 kilogrammes par mètre carré. En faisant remarquer que l'effort réel ne s'élève pas au delà de la deux centième partie de cet effort limite, nous établissons surabondamment que tous les points de la barre se maintiendront toujours dans les conditions de la plus parfaite stabilité moléculaire.

» Au point de vue thermique, nous devons entrer dans des considérations plus détaillées, si nous voulons reproduire les observations des physiciens qui ont bien voulu nous les communiquer :

» 1° L'égalité des épaisseurs des différentes nervures favorise l'équilibre des températures de toute la masse de la règle.

» Les plus grandes difficultés de l'exactitude des comparaisons résideront toujours dans l'obtention d'une température parfaitement régulière; il suffit, pour s'en convaincre, de faire remarquer qu'une différence de un centième de degré correspond presque à une différence de un dixième de micron dans la longueur de la barre de platine. Il est donc de la première importance que l'influence du milieu ambiant, que l'on cherchera à maintenir, autant que possible, à température constante, se propage de la même façon en tous les points de la règle, et aucune disposition ne saurait être, à cet égard, plus sûre que celle à laquelle nous sommes arrivé par l'égalité d'épaisseur de toutes les nervures qui constituent, par leur réunion, notre profil.

» 2° La distance comprise entre les deux traits est soumise, en tous ses points, aux mêmes conditions de température.

» C'est ce que l'on ne saurait obtenir avec les puits ou par une réduction seulement de la section aux extrémités, ces deux solutions n'empêchant pas que la distance qui forme l'étalon théorique ne soit en quelque sorte emprisonnée, dans presque toute son étendue, au milieu d'une masse de matière qui rend la communication de la température intérieure au moins incertaine.

» 3° La distance entre les traits, étant exactement comprise dans le plan des fibres neutres, ne saurait être influencée par aucun retard de dilatation déterminé par le contact avec le support. Nous nous sommes déjà expliqué sur ce point avec assez de soin pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y revenir encore.

» 4° Le thermomètre est en quelque sorte enveloppé par la matière du mètre pendant les observations.

» Il est clair, en effet, que la rainure en V de la partie supérieure constitue pour le thermomètre une sorte de logement dans lequel il s'identifie

nécessairement avec les températures des parois et du fond de cette rainure.

» Par toutes ces raisons, la forme proposée est la plus favorable à l'égalité de température sans laquelle toute comparaison serait nécessairement viciée. Peut-être faut-il trouver dans cette considération la raison principale de la faveur avec laquelle notre disposition a été acceptée.

» Au point de vue économique, il nous suffira de dire que, si nous ne devons pas attacher une importance prépondérante à l'obtention d'un prix de revient peu élevé, il en est tout autrement si nous cherchons, pour une dépense donnée, à utiliser, de la manière la plus favorable, la quantité de matière qui correspond à cette dépense. Le profil de plus grande roideur se recommande par cette condition, et le choix d'une section constante permet de raccourcir la longueur totale jusqu'à 102 centimètres, ce que personne n'oserait certainement recommander avec la méthode des puits.

» Au point de vue de la bonne exécution, la forme proposée, bien que moins simple, entraîne avec elle des garanties qu'une section rectangulaire, avec ou sans puits, ne saurait comporter.

» Sans doute on ne pourra obtenir, avec l'exactitude géométrique indispensable, cette forme qu'en recourant à toutes les ressources de la forge, du laminage, du rabotage et du tirage au banc.

» La barre étant forgée à l'état d'une tige carrée, le laminage pourra préparer seulement les quatre rainures, ce qui assurera à toutes ses parties le degré d'homogénéité désirable, avec d'autant plus de sûreté que tous les angles du profil sont obtus, de manière à rendre plus faciles tous les déplacements de la matière dans le sens transversal.

» Après avoir soumis l'ébauche ainsi obtenue à un ou plusieurs recuits, le rabotage longitudinal ou le fraisage permettra d'approcher de très-près de la forme définitive, et dans cette opération les moindres défauts seront dévoilés et mis au jour. Nécessaire pour l'obtention de la forme géométrique, ce rabotage constituera un moyen d'investigation tout à fait précieux et tout à fait sûr, un véritable sondage de tous les défauts, qui déterminera le départ à faire entre les règles complétement réussies et celles qu'il conviendrait de rejeter.

» Aucune forme massive ne donnerait la même sécurité, qui se trouvera complétée encore par une série de recuits et de tréfilages à la suite desquels la matière devra être considérée comme absolument malaxée, et dans un état d'équilibre tout à fait stable, à la suite d'un dernier recuit extrêmement prolongé.

» La complication même des opérations à effectuer ne permettrait pas de se contenter d'une demi-solution; le métal qui aura satisfait à toutes leurs exigences aura par cela même témoigné de ses qualités.

» L'emploi des puits ne permet pas d'arriver à en polir le fond avec la perfection désirable; il en est tout autrement pour le fond de notre rainure; ce qui permettra d'éviter l'emploi d'une mouche d'or rapportée, au grand profit de la sûreté de la longueur étalon.

» Au point de vue de la garantie de l'invariabilité des étalons, notre collègue M. Wild a enfin trouvé, dans la mise à nu du plan des fibres neutres, dans toute son étendue, une raison déterminante, en ce que cette circonstance permet de reporter sur ce plan la longueur exacte d'un témoin en quartz ou en béryl, sans que l'on ait à craindre aucune variation de cette longueur, qui participe à toutes les propriétés du plan neutre, soit en cas de flexion, soit en cas de retard de dilatation ou de contraction.

» XVI. *Application des solides à fibre neutre apparente.* — Nous nous éloignerions de notre sujet si nous recherchions ici les différentes applications que pourraient recevoir les solides à fibre neutre apparente dans les arts de construction, mais nous ne saurions négliger toutefois d'indiquer que leur propriété fondamentale les recommande certainement, pour l'exécution des glissières ou autres pièces mobiles, dans les instruments de grande précision. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la théorie de la production de la chaleur animale.* Note de M. BOUILLAUD.

I.

« La vraie théorie de la production de la chaleur animale date, comme on sait, de l'ère de Lavoisier. A l'époque où parut ce grand fondateur de la Chimie moderne, la vraie théorie de la combustion elle-même, théorie dont celle de la chaleur animale est pour ainsi dire la fille, n'était pas encore trouvée. C'était alors le règne de la fausse théorie du phlogistique.

» Lavoisier, un de ces hommes privilégiés qui semblent nés pour découvrir la vérité et changer la face des sciences, renversa cette fausse théorie et la remplaça par celle de *l'oxydation.* Ce fut là une de ces glorieuses inventions qui, à elles seules, suffiraient pour immortaliser leurs auteurs.

» Une nouvelle découverte, plus brillante encore en quelque sorte que celle de la combustion proprement dite, c'est l'application que Lavoisier, par un véritable éclair de génie, fit de sa nouvelle théorie à l'acte de la

respiration et de la génération de la chaleur animale. D'après cette application, la respiration n'était plus qu'une véritable combustion, au sein d'un organe vivant, le poumon, et de cette combustion, en quelque sorte vivante, naissait la chaleur animale. Mais laissons à Lavoisier lui-même le soin d'exposer sa théorie.

« La respiration, dit-il, n'est qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène, qui est semblable en tout à celle qui s'opère dans une lampe ou une bougie allumée; et, sous ce rapport, les animaux qui respirent sont de véritables corps combustibles qui brûlent et se consument... Comme, dans la respiration, c'est le sang qui fournit le combustible, si les animaux ne réparaient pas par les aliments ce qu'ils perdent par cette respiration, l'huile manquerait bientôt à la lampe, et l'animal périrait, comme une lampe s'éteint lorsqu'elle manque de nourriture.

» Dans la respiration, comme dans la combustion, c'est l'air qui fournit l'oxygène et le calorique. Il extrait du sang une portion de carbone et d'hydrogène, et y dépose à la place une portion de son calorique spécifique, qui, pendant la circulation, se distribue avec le sang dans toutes les parties de l'économie animale, et y distribue cette température à peu près constante que l'on observe dans tous les animaux qui respirent.

» Les preuves de cette identité entre la respiration et la combustion se déduisent immédiatement de l'expérience. En effet, l'air qui a servi à la respiration ne contient plus, à la sortie du poumon, la même quantité d'oxygène; il contient non-seulement de l'acide carbonique, mais encore beaucoup plus d'eau qu'il n'en contenait avant l'inspiration. Or, l'air *vital* (oxygène) ne peut se convertir en acide carbonique que par une addition de carbone, et il ne peut se convertir en eau que par une addition d'hydrogène... »

» Comme cette théorie est lumineuse et séduisante, et avec quelle admirable clarté elle est décrite par son heureux inventeur!

» C'était, on l'avouera, une véritable révolution que la nouvelle théorie de la respiration par Lavoisier. Or, c'est l'éternelle destinée de toute révolution de rencontrer une résistance plus ou moins vive et plus ou moins opiniâtre. Cette sorte de loi fatale ne se démentit point, à l'occasion de celle de Lavoisier. Pour ne pas trop allonger cette Note, je parlerai uniquement de l'opposition qu'elle rencontra de la part de certains médecins et de certains physiologistes.

II.

» Les deux principaux représentants de cette opposition, à la fin du siècle dernier et au commencement du nôtre, furent Chaussier et Bichat. Tous les deux soutenaient que la production de la chaleur animale était une fonction essentiellement *vitale*, et non une opération chimique. Chaussier, qui eut l'honneur, bien mérité d'ailleurs, d'appartenir à cette Académie, inventa pour ainsi dire, en faveur de son opinion, une propriété vitale nouvelle, à

laquelle il donna le nom de *caloricité*. Bichat, à qui cette nouvelle propriété ne souriait pas, proposa le nom de *calorification*, et classa la fonction à laquelle il le donna parmi celles de la vie organique, telles que la nutrition, les exhalations, les sécrétions. La calorification était donc pour lui une sécrétion de calorique, et il en plaça le siége, non dans le poumon avec Lavoisier, mais dans le système capillaire général. Il ne croit pas devoir s'occuper à réfuter l'*hypothèse* des chimistes, si insuffisante, dit-il, pour expliquer tous les phénomènes de la chaleur animale, que tout esprit méthodique peut le faire sans lui.

» On est vraiment d'autant plus affligé à la fois et surpris de voir Bichat combattre ainsi la théorie de Lavoisier que, dans son bel ouvrage sur *la Vie et la Mort*, il a consacré un chapitre tout entier *aux fonctions chimiques du poumon*. Il rattache à ces fonctions la conversion du sang noir en sang rouge. Or ce phénomène, dont il reconnaît la nature chimique, n'est certes pas d'une importance médiocre, puisque sa suppression détermine subitement une mort momentanée, immédiatement suivie d'une sorte de résurrection, lorsque le phénomène, un instant supprimé, se rétablit. Les expériences de Bichat à ce sujet sont restées justement célèbres: elles ont mérité de faire époque dans l'histoire de la Physiologie expérimentale.

» De ces fonctions chimiques des poumons, dont la conversion du sang noir en sang rouge est l'effet, à la théorie chimique de la respiration et de la calorification animale, combattue par Bichat, il n'y avait cependant qu'un pas. On ne peut s'empêcher de regretter profondément que l'auteur de l'*Anatomie générale* n'ait pas franchi ce pas, qui n'avait rien de périlleux. En effet, unis par les liens et pour ainsi dire par la fraternité du génie, Bichat et Lavoisier auraient dû l'être aussi par cette communauté de doctrine, en fait de respiration et de calorification animale. Mais les temps n'étaient pas encore venus où le triomphe de la théorie de Lavoisier, du moins sous le rapport de son principe fondamental, serait universellement proclamé.

» Parmi les arguments les plus malheureux de Bichat, à l'appui de sa théorie *vitaliste* ou antichimique de la production de la chaleur animale, on peut, sans contredit, citer cette différence de nature qu'il prétend exister entre les chaleurs propres aux divers systèmes de l'économie. Suivant lui, c'est en vertu de ce *mode de chaleur* particulier à chaque système que, dans son inflammation, chacun des systèmes fait naître pour ainsi dire un sentiment particulier. Comparez, dit-il, la chaleur *âcre et mordicante* de l'érysipèle à celle du phlegmon; appliquez la main sur la peau dans les différentes fièvres, vous verrez que chacune est marquée par *un mode parti-*

culier de chaleur. Les corps animaux seuls présentent *ces variétés de nature dans la chaleur:* les minéraux n'offrent que des variétés d'intensité. « Jamais, poursuit-il, les chimistes n'appliqueront leurs théories à ces *changements morbifiques de la chaleur*, sans y trouver nécessairement un écueil insurmontable. »

» Bichat aurait eu parfaitement raison si « ces changements morbifiques de la chaleur, ces variétés dans la nature de la chaleur des animaux, ce mode de chaleur particulier aux différents organes, » eussent existé réellement. Mais il n'en est rien; et, sous le rapport de leur chaleur, les animaux comme les minéraux n'offrent que des variétés d'intensité. Ce qui a induit en erreur ce grand physiologiste, c'est qu'il a confondu avec la sensation de la chaleur perçue par la main appliquée sur la peau avec d'autres sensations très-différentes, telles que celles d'*âcreté*, de *mordication*, également perçues par cet organe. Mais sous le point de vue de la chaleur explorée, abstraction faite de toute autre cause de sensation tactile, la main, sorte de thermomètre vivant et sentant, ne fournit à notre esprit que des différences de plus ou de moins.

» C'est sans doute par une erreur du même genre que l'auteur d'un traité classique de *Pathologie générale*, d'ailleurs estimable, avait enseigné que le thermomètre ordinaire était inhabile à nous faire apprécier la chaleur animale. Assurément il ne nous fait pas apprécier ces sensations d'*âcreté* ou de *mordication*, qui peuvent être perçues par la main en même temps que la chaleur animale avec laquelle elles peuvent coïncider. Ce serait un vrai prodige qu'un thermomètre doué d'une pareille vertu; mais il nous fait connaître, avec la même précision, et la température animale et la température minérale. J'ose affirmer que Bichat n'aurait pas laissé à d'autres le soin de corriger l'erreur que nous venons de signaler, échappée à son beau génie, s'il lui eût été donné de poursuivre à l'Hôtel-Dieu, dont il avait été nommé médecin, cette carrière de la clinique médicale dans laquelle il avait déjà commencé à s'illustrer. Mais toujours à la brèche sur ce champ de bataille, comme sur ceux de l'anatomie générale et descriptive, de la physiologie et même de la matière médicale, il ne tarda pas à être frappé d'un coup mortel, et ce conquérant, à sa manière, mourut, comme un autre Alexandre, à l'âge de trente et un ans, laissant après lui une renommée sans tache, sans égale parmi les médecins de nos temps modernes.

III.

» J'ai dit plus haut que le thermomètre ne nous faisait pas moins bien apprécier la température animale que la température minérale elle-même. Il ne sera peut-être pas hors de propos d'entrer dans quelques détails à cet égard. L'usage régulier, habituel et journalier de cet instrument dans l'enseignement clinique ne date pas d'une époque séculaire; il remonte déjà cependant à une quarantaine d'années, et l'honneur, *si c'en est un*, de cette innovation appartient à l'École clinique française. Il n'est pas inutile de rappeler ce petit fait historique, car il s'en faut qu'il soit assez connu de tout le monde.

» Quoi qu'il en soit, grâce à ce précieux instrument, nous savons que chez l'homme la température normale, prise sous l'aisselle, est de 37° ½ C. environ, et que, dans certaines maladies (fièvres, inflammations), cette température peut s'élever graduellement de ce chiffre à celui de 43 degrés C. environ, tandis que, dans certaines autres maladies, dont le choléra, sous sa forme algide, peut être donné comme un des principaux types, cette même température peut s'abaisser de quelques degrés au-dessous de 37° ½ C. Par exemple, dans un cas de choléra *nostras*, observé cette année (1872) dans mon service de la Charité, la température de l'aisselle du malade, à la période algide, n'était que de 36 degrés C.

» Nous n'avons pas, à l'exemple de quelques autres expérimentateurs, tels que Breschet et M. Becquerel père, M. Cl. Bernard, etc., fait de recherches sur les différences de température entre les divers organes intérieurs; mais nous en avons fait un assez grand nombre sur les différences de ce genre entre les diverses régions de l'extérieur du corps, lesquelles, selon qu'elles sont plus ou moins exposées au contact de l'air et de quelques autres agents dont la température est inférieure à celle du corps humain, offrent un refroidissement dont les degrés varient.

» En hiver, où la température de l'air peut descendre à zéro et à plusieurs degrés au-dessous, les mains et les pieds, lorsque ces parties n'ont pas été préservées du contact de ce gaz, ont une température qui diffère d'un grand nombre de degrés de celle de l'aisselle. C'est ainsi que le 22 décembre 1871, journée très-froide (le thermomètre était descendu de 12 à 15 degrés au-dessous de zéro), la température de mes mains n'était que de 26 à 27 degrés, tandis que celle de mon aisselle était à 36-37 degrés.

» Dans ces temps où la température atmosphérique est descendue ainsi à plusieurs degrés au-dessous de zéro, et qu'elle est par conséquent infé-

rieure de 40, de 50 degrés et même plus à la température normale de notre corps, comment les divers foyers où se produit la chaleur normale concourent-ils à fournir la somme de chaleur nécessaire pour remplacer celle qui nous est ainsi enlevée par l'air dont nous sommes environnés de toutes parts? C'est là un très-important et beau problème à résoudre.

IV.

» A partir de l'époque où vivait Magendie, l'une des gloires physiologiques de cette Académie, on peut dire que la théorie antichimique de la production de la chaleur animale a disparu sans retour du domaine de la vraie physiologie.

» Longet, dont nous déplorons la perte récente et si prématurée, et M. Cl. Bernard, illustres continuateurs de Magendie, sont restés fidèles au principe essentiel ou fondamental de la théorie de la combustion respiratoire. Seulement, à l'exemple de plusieurs de leurs prédécesseurs, ils n'ont pas cru pouvoir, comme l'avait fait Lavoisier, placer dans le poumon lui-même le foyer de la combustion respiratoire.

» En présence de tels maîtres, il ne resterait sans doute qu'à s'incliner. Et pourtant, encore ébloui, et pour ainsi dire fasciné par ce passage de Lavoisier qu'il a cité plus haut, on ne se sent pas capable de renoncer encore entièrement à cette partie de sa doctrine, abandonnée par Longet, M. Cl. Bernard et tant d'autres. Il y aurait peut-être, à cette occasion, à adresser quelques questions à ces *dissidents* de Lavoisier; mais on craint de donner trop d'étendue à cette Note.

» Nous courrions le risque, après avoir combattu l'ultra-vitalisme, d'être accusé de l'excès contraire, si, après avoir parlé de l'élément chimique de la respiration, nous ne disions quelques mots de son élément essentiellement *physiologique*, *biologique* ou *vital*. Cet élément se dédouble en quelque sorte en deux autres.

» Le premier comprend ce que l'on désigne sous le nom de phénomènes mécaniques de la respiration, phénomènes soumis à l'influence d'un centre nerveux spécial, qui en est comme le principe législateur ou coordinateur. Ce sont ces mouvements qui président à l'inspiration et à l'expiration, c'est-à-dire à l'introduction de l'air dans le *soufflet* pulmonaire et à son expulsion de ce même *soufflet*. Je me sers d'autant plus volontiers de ce nom qu'il est en parfaite conformité avec la théorie de la combustion respiratoire, telle que l'a formulée Lavoisier, lequel a placé dans le poumon lui-même le principal foyer de cette combustion. Sous le rapport de son jeu ou de son

mécanisme, ce soufflet respiratoire n'est assurément pas moins divin que ces soufflets des forges de Vulcain dont nous parle la Fable.

» Le second élément respiratoire, de l'ordre vital ou physiologique, plus transcendant encore que le premier, c'est cette faculté connue sous le nom de *besoin*, d'*instinct* ou de *sens* de la respiration, instinct d'où est venu ce nom d'*instinctifs* donné aux mouvements coordonnés d'*inspiration* et d'*expiration* dont nous avons parlé tout à l'heure. Ce besoin de respirer, le plus impérieux de tous ceux que nous possédons, est aussi le premier né, et je puis bien ajouter inné, car je ne sache pas que, pour respirer et crier, comme il le fait au moment où il s'échappe des entrailles maternelles, l'enfant ait eu d'autre maître que la nature et son suprême auteur.

» Nous ne pouvons qu'effleurer en passant ces questions, dont l'étude ne serait pas à sa place ici.

» Quoi qu'il en soit, l'homme n'est donc pas seulement double (*homo duplex*), mais en quelque sorte triple. Il est gouverné par *trois pouvoirs, étonnés*, eux aussi, du nœud qui les rassemble : en effet, si les phénomènes physico-chimiques ne peuvent s'exercer que sous l'influence des phénomènes mécaniques et de l'instinct qui les régit, de même ces derniers phénomènes ne peuvent s'opérer, à leur tour, qu'à la condition des modifications qu'a reçues le sang pendant le travail de la respiration, lequel, ainsi modifié, constitue, comme on l'a dit aussi de l'air, le *pabulum vitæ*, l'aliment de la vie. Quelle est la merveilleuse *tangente* ainsi placée entre des cercles de phénomènes essentiellement distincts? Qui dénouera jamais ce nœud gordien d'un genre nouveau? Et quel autre Alexandre pourra du moins le trancher?

» A défaut de cette connaissance, qu'il nous suffise, du moins, de savoir qu'il existe, dans l'homme, trois ordres de phénomènes, de lois et de propriétés ou de forces essentiellement distincts. Confondre ces trois choses ou seulement prétendre les *transformer* les unes dans les autres, ce serait, pour me servir d'une expression familière à Bichat, commettre un véritable contre-sens. Une telle transformation n'est pas moins *illogique* ou, ce qui est la même chose, impossible, que la *transmutation* des métaux ou le *transformisme* des espèces. »

« M. **Serret** appelle l'attention de l'Académie sur un ouvrage de M. *Emile Mathieu*, qui a été présenté dans l'une des dernières séances, et qui a pour titre : « Cours de Physique mathématique ».

» Le livre dont M. Émile Mathieu a tenu à faire hommage à l'Académie

tire son origine des leçons professées par l'auteur dans un cours complémentaire institué à la Sorbonne, il y a quelques années, par M. le Ministre de l'Instruction publique. M. Mathieu a pleinement justifié la confiance qui lui fut témoignée en cette occasion, et l'ouvrage, dans lequel il publie aujourd'hui le résultat de ses études sur les méthodes d'intégration usitées dans les recherches de Physique mathématique, est appelé, sans nul doute, à rendre d'importants services aux personnes qui s'occupent de cette branche des Mathématiques appliquées. »

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Prolongation de la méridienne de France jusqu'au Sahara, par la jonction trigonométrique de l'Algérie avec l'Espagne; par* **M. F. Perrier** (1).

« Lorsque MM. Biot et Arago prolongeaient la méridienne de France depuis Barcelone jusqu'aux îles Baléares, ils entrevoyaient déjà la possibilité de l'étendre plus loin encore vers le sud, par-dessus la Méditerranée, jusqu'aux cimes de l'Atlas algérien. On lit, en effet, dans l'introduction au Recueil des observations géodésiques faites en Espagne :

« Enfin notre opération aura peut-être dans l'avenir des conséquences plus étendues. Si jamais la civilisation européenne parvient à s'implanter sur les côtes d'Afrique, *rien ne sera plus facile* que de traverser la Méditerranée par quelques triangles, en prolongeant notre chaîne dans l'Ouest jusqu'à la hauteur du cap de Gata; après quoi, remontant la côte d'Afrique jusqu'à Alger, qui se trouve à peu près sous le méridien de Paris, on pourra mesurer la latitude et porter l'extrémité australe de notre méridienne sur le sommet du mont Atlas. »

» En s'exprimant ainsi, MM. Biot et Arago voulaient dire qu'on pourrait aisément jeter quelques triangles par-dessus le détroit de Gibraltar, pour passer d'Europe en Afrique et suivre ensuite la côte depuis Ceuta jusqu'à Alger : une semblable opération ne saurait présenter de grandes difficultés, le jour où les Européens occuperaient la côte septentrionale de l'Afrique; mais, de nos jours, elle serait encore impraticable.

» C'est le colonel Levret qui a songé le premier à porter directement la méridienne de France, d'Espagne en Algérie, sans s'astreindre à passer par

---

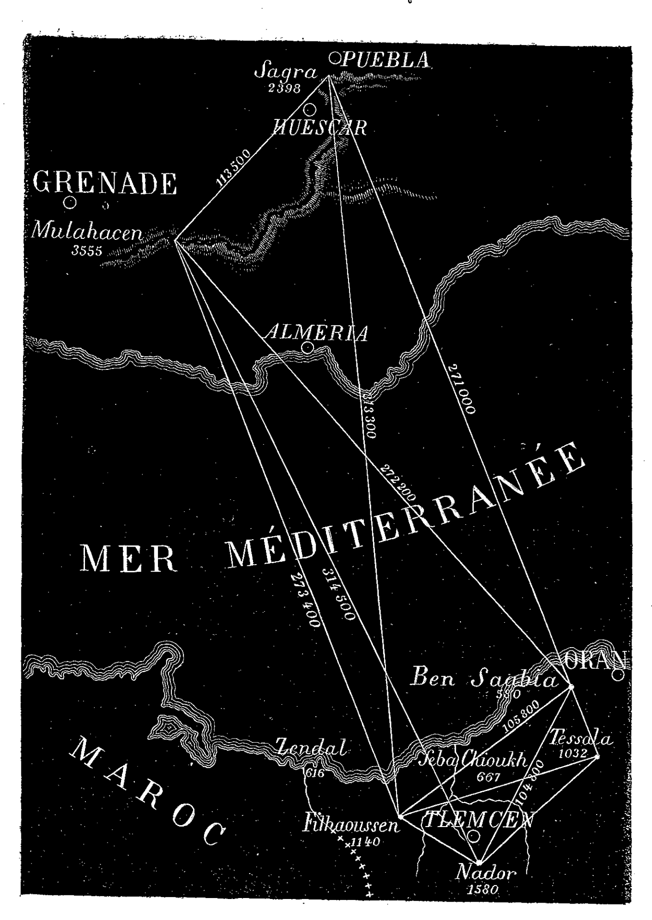
(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

le détroit de Gibraltar. Dans le deuxième supplément du tome IX du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, il a montré, par des calculs suffisamment exacts, en partant des altitudes connues et des distances approchées des sommets d'Espagne et de ceux de l'Algérie, placés en regard de la côte espagnole, que la trajectoire des rayons visuels allant d'Espagne en Algérie n'est pas interceptée par la courbure de la Terre, et que la jonction des réseaux géodésiques des deux pays est possible, malgré l'énorme distance qui les sépare. M. Levret a même désigné 4 points : Sico Lobo et Velez Rubio en Espagne, Murdjadjo et Nedroma en Algérie, qui formeraient un quadrilatère de jonction des deux continents. Mais, entre les résultats de ces calculs, qui ne constituent, à vrai dire, que des appréciations théoriques, et le point de fait, il y avait lieu de craindre qu'il n'y eût place pour l'impossibilité. La reconnaissance, que j'ai exécutée sur le terrain même, pouvait seule donner, à cet égard, une certitude complète, en permettant de préciser les noms et les positions des sommets, ainsi que les longueurs des côtés du réseau hispano-algérien.

» Au printemps de l'année 1868, pendant que j'étais occupé à choisir les points et à faire construire les signaux de la chaîne algérienne comprise entre Oran et le Maroc, j'avais vainement cherché à découvrir la côte espagnole, dont les Arabes et même des colons algériens m'affirmaient, avec force serments, la fréquente visibilité. J'espérais cependant que la saison d'automne serait plus propice, et que les premières pluies, faisant disparaître les brumes, viendraient rendre à l'atmosphère quelque transparence. Mes prévisions ne tardèrent pas à être justifiées. Le 18 octobre, peu de jours après la reprise des opérations, j'étais au Seba Chioukh, près de l'embouchure de la Tafna; vers 5 heures du soir, au moment où, les observations d'angles et de hauteurs étant terminées, je me disposais à rentrer à Tlemcen, le vent changea presque subitement de direction pour passer de l'ouest-sud-ouest au nord-ouest, et j'aperçus alors *très-distinctement, à l'œil nu*, une crête qui se profilait dans le lointain vers le nord-ouest, sous la forme d'une ligne dentelée présentant deux renflements bien accentués. Le doute n'était pas possible. C'était bien la côte espagnole qui apparaissait devant moi, et d'une manière si nette que je pouvais distinguer, à la vue simple, les parties des massifs montagneux qui étaient dans l'ombre et celles qui se trouvaient en pleine lumière. Séduit par l'imprévu et par la grandeur incomparable du spectacle qui se déroulait à mes yeux, et malgré la fatigue extrême dont j'étais atteint après une journée d'observations pénibles, je me hâtai de replacer mon cercle en station et de prendre les

azimuts, par rapport au sommet du Tessala encore bien visible, et les distances zénithales des deux points culminants de la crête dont j'avais déjà dessiné le profil, ainsi que la distance zénithale de l'horizon de la mer.

» Quelques jours après, en continuant ma tournée, au mont Filhaoussen d'abord, et successivement au Nador de Tlemcen, au Zendal et au Bem Saabia, grâce à un concours heureux de circonstances atmosphériques très-favorables, je pus contempler encore, mais seulement vers le soir, comme au Seba Chioukh, la même arête dentelée, facilement reconnaissable, et mesurer en chacun de ces points les azimuts relatifs au Tessala, ainsi que les distances zénithales des deux sommets déjà visés et de l'horizon de la mer.



» A ma rentrée en France, au mois de janvier 1869, je rapportai, sur un dessin fait à une grande échelle, la côte algérienne et les points trigonométriques de la province d'Oran, d'où j'avais aperçu l'Espagne, ainsi que

la côte espagnole, et quelques détails topographiques faisant connaître la direction des sierras de Grenade et de Murcie et la position approchée des points culminants.

» C'est ce dessin que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. En traçant les directions observées vers l'Espagne, de Bem Saabia, Seba Chioukh, Nador et Filhaoussen, j'ai obtenu des lignes qui convergent vers deux régions réduites et bien distinctes, ce qui prouve tout d'abord qu'on a toujours visé les deux mêmes sommets. En prenant les centres de gravité des petits polygones formés par les intersections des rayons vecteurs, j'ai pu fixer les positions les plus probables de ces sommets. Or, ces positions coïncident presque identiquement, autant, du moins, qu'on peut le désirer dans une représentation graphique, avec celles qui sont assignées par la carte espagnole du colonel Cuello, aux deux points culminants des sierras de la province de Grenade. On peut donc affirmer que les deux points recoupés en Espagne sont le *Mulahaçen* de la sierra Nevada, et le pic de Sagra, de la sierra de ce nom, entre Huescar, au sud, et Puebla de don Fabrique, au nord.

» De Mulahaçen, on voit le pic de Sagra; indépendamment des renseignements affirmatifs que j'ai pu recueillir en Espagne, il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur la carte du colonel Cuello. Ces deux points appartiennent au réseau primordial de la péninsule ibérique ; ils ne sont pas, il est vrai, compris dans un même triangle, à cause de l'énorme distance qui les sépare; mais il sera aisé aux officiers espagnols de rattacher, par une triangulation spéciale, le côté qu'ils déterminent à l'un des côtés de leur réseau.

» De même, en Afrique, tous les points du quadrilatère formé par Bem Saabia, Tessala, Filhaoussen et Nador étant réciproquement visibles entre eux, et les trois derniers faisant partie de la chaîne primordiale, on pourra, sans peine, en partant de la base d'Oran, déterminer, au moyen d'un réseau de triangles bien conformés, les longueurs des deux côtés : Bem Saabia — Filhaoussen, et Bem Saabia — Nador, sur lesquels viennent s'appuyer, en Algérie, trois des grands triangles méditerranéens.

» Cela étant, j'ai pu former le réseau de jonction des deux continents d'Europe et d'Afrique. En laissant de côté le point de Seba Chioukh, qui est surabondant et donnerait lieu, du reste, à des triangles de forme défectueuse, et en négligeant la direction Nador-Sagra, qui rase de trop près l'horizon de la mer, j'ai obtenu cet immense pentagone formé par les cinq sommets de Mulahaçen, Sagra, Bem Saabia, Filhaoussen et Nador,

dont tous les côtés et les diagonales, moins une, représentent des directions à observer.

» Afin d'avoir une valeur approchée des longueurs des côtés de ce réseau, j'ai calculé les grands triangles qui s'appuient sur les côtés algériens et dans lesquels on connaît un côté, donné d'une manière suffisamment exacte par la carte de l'Algérie, au $\frac{1}{2000000}$, et les deux angles adjacents qui sont des différences des azimuts observés, et j'ai ainsi trouvé, en nombres ronds, pour les côtes maritimes :

Mulahaçen—Filhaoussen..........	273 400 mètres
Mulahaçen—Nador................	314 500 »
Mulahaçen—Bem Saabia...........	272 200 »
Sagra—Filhaoussen..............	313 300 »
Sagra—Bem Saabia...............	271 000 »

» Les longueurs des côtes terrestres sont :

Bem Saabia—Filhaoussen..........	105 800 mètres
Bem Saabia—Nador................	104 800 »
Mulahaçen—Sagra.................	113 500 »

» Connaissant ces longueurs approchées et les distances zénithales observées, et attribuant au coefficient de la réfraction la valeur 0,08, j'ai calculé, par la formule

$$dW = K \cot\Delta + \frac{0,42}{\rho} K^2,$$

les altitudes des sommets espagnols, et j'ai trouvé :

Pour Mulahaçen..................	3606 mètres
Pour Sagra......................	2530 »

» Le colonel Cuello donne :

Pour Mulahaçen..................	3554 mètres
Pour Sagra......................	2398 »

» Les différences entre nos résultats et les données du colonel Cuello n'ont rien de surprenant, car une erreur de 1 centième dans la valeur attribuée au coefficient de la réfraction entraîne une erreur de 100 mètres environ sur l'altitude d'un point situé à 250 kilomètres. On peut même dire qu'elles sont assez petites (51 et 132 mètres) pour fournir une nouvelle preuve de l'identité des sommets visés avec Mulahaçen et Sagra.

» Ainsi, il est possible de traverser la Méditerranée au moyen de trian-

gles gigantesques, dépassant en longueur tous ceux qui ont été tentés jusqu'ici, et la liaison des deux continents d'Europe et d'Afrique ne repose plus seulement sur des calculs approximatifs, elle est démontrée par une reconnaissance complète exécutée sur les lieux mêmes.

» En présence de la longueur démesurée des côtés qui relient l'Algérie avec l'Espagne, deux questions s'imposent à l'esprit :

» Les signaux seront-ils visibles à de pareilles distances avec les lunettes des instruments de Géodésie?

» Les rayons visuels ne raseront-ils pas de trop près l'horizon de la mer et les crêtes situées à l'intérieur du pentagone de jonction?

» Il est incontestable que des signaux ordinaires, en bois ou en charpente, échapperaient à toute observation; il faudra recourir aux signaux solaires pendant le jour, et aux feux électriques pendant la nuit. Les signaux héliotropiques sont visibles à des distances énormes; des miroirs ayant 1 décimètre carré seulement de surface apparaissent à l'œil nu jusqu'aux distances de 80 et même 100 kilomètres. Il y a quelques années, les officiers espagnols ont opéré la liaison des îles Baléares avec le continent, en employant des miroirs plans argentés de 12 centimètres de côté, et des lunettes grossissant environ trente fois. Les mêmes miroirs seraient certainement visibles entre l'Algérie et l'Espagne; mais, afin de compenser les déperditions de lumière produites par l'épaisseur des couches d'air et par les vapeurs de la mer, il serait prudent d'augmenter les dimensions des glaces réfléchissantes et le pouvoir amplifiant des lunettes. Des glaces de 2 décimètres de côté fourniraient des images qu'on pourrait pointer d'une manière très-précise, comme celles des étoiles de petite grandeur, avec des lunettes grossissant cinquante à soixante fois. Quant aux feux électriques, ils sont aussi visibles à des distances prodigieuses; on pourra les combiner très-utilement avec les signaux solaires, de manière à profiter à la fois des belles journées et des nuits sereines, et l'on abrégera ainsi d'une manière très-notable la durée des observations.

» La comparaison des distances zénithales des sommets visés, avec celles de l'horizon de la mer, montre que les rayons visuels ne rasent pas la surface des eaux. J'ai obtenu pour les distances zénithales de l'horizon de la mer :

A Filhaoussen..........	$Z = 101°,17$	$H = 1140^m$
A Bem Saabia..........	$Z = 100,83$	$H = 585$
A Nador..............	$Z = 101,31$	$H = 1580$

et pour les distances zénithales des points espagnols :

De Mulahaçen	à Filhaoussen	$\Delta = 100^{\circ},56$
	à Bem Saabia........	$\Delta = 100,46$
	à Nador............	$\Delta = 100,90$
De Sagra....	à Filhaoussen	$\Delta' = 100,03$
	à Bem Saabia	$\Delta' = 100,68$

» La différence minima est, on le voit, de 15 minutes centésimales à Bem Saabia dans la direction de Sagra, et comme la tangente émanée de ce point touche l'horizon de la mer à 93 kilomètres environ de distance, il en résulte que le rayon de visée sur Sagra, à l'endroit de sa trajectoire où il se rapproche le plus de la mer, est élevé de plus de 200 mètres au-dessus de la surface des eaux.

» Du côté de l'Algérie, j'ai pu constater qu'il n'y a aucune réfraction latérale à craindre, et il en est évidemment de même du côté de l'Espagne, où les sierras successives sont disposées en gradins, présentant des différences de niveau considérables. Il n'y a donc pas lieu de craindre des réfractions anormales dans le trajet des rayons lumineux d'Algérie en Espagne.

» Toutes les conditions du problème de la jonction des deux continents étant ainsi précisées, il ne reste plus qu'à faire les observations définitives.

» La possibilité de passer directement des sierras de Grenade aux sommets de l'Atlas est un fait désormais acquis à la science. D'un autre côté, la triangulation espagnole, poussée avec activité, ne tardera pas à s'étendre sans interruption depuis les Pyrénées jusqu'aux rivages qui font face à l'Afrique, et, en même temps, la chaîne méridienne d'Alger, déjà déterminée jusqu'à Djelfa, sera bientôt poussée jusqu'à Laghouat et même au delà, dans les profondeurs du Sahara.

» On peut donc espérer que dans peu d'années les bases géodésiques de la Grande-Bretagne, de la France, de l'Espagne et de l'Algérie, rapportées à un étalon unique de longueur, seront reliées entre elles par une chaîne continue de triangles, et la méridienne de France, déjà prolongée vers le nord à travers le Pas-de-Calais, l'Angleterre et l'Écosse jusqu'aux îles Shetland, poursuivie en Espagne par les officiers de ce pays, gagnera le continent africain et s'étendra jusqu'au Sahara, par une amplitude voisine de 30 degrés, soit environ le tiers du quart d'un méridien terrestre.

» En prenant la part qui lui revient de droit dans l'exécution des grands travaux à accomplir, la France peut faire d'une manière digne d'elle sa rentrée dans le mouvement géodésique européen, et opposer, à l'arc russe et à l'arc mesuré dans l'Europe centrale, un arc non moins important, l'arc

français, qui, traversant des plaines, des montagnes très-élevées, la mer du Nord et la Méditerranée, fournira à la science un vaste champ d'études nouvelles et d'investigations utiles. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur la production naturelle des azotates et des azotites. Application de l'engrais minéral à l'horticulture;* par M. JEANNEL.

(Commissaires : MM. Boussingault, Decaisne, Duchartre.)

« Beaucoup de physiologistes et d'horticulteurs mettent encore en doute la possibilité d'élever des plantes dans un sol stérile en leur fournissant une nourriture artificielle composée de substances minérales dissoutes dans l'eau. La présente Communication a pour but de démontrer par des expériences :

» 1° Qu'il se forme des azotates ou des azotites naturellement dans la terre végétale au contact de l'air;

» 2° Qu'il est possible de nourrir des plantes avec des solutions minérales, convenablement préparées, et de leur offrir ainsi les éléments solides dont elles ont besoin pour se constituer, de telle sorte qu'elles végètent beaucoup mieux dans le sable pur que dans le meilleur terreau.

» C'est la confirmation des idées avancées par M. Boussingault en 1856, à l'occasion de ses expériences sur la végétation de l'*Helianthus*, lorsqu'il disait que la plante assimile les éléments minéraux et n'a pas besoin d'un sol contenant une matière organique putrescible; c'est aussi la confirmation des expériences de M. Ville, démontrant l'importance agricole des engrais chimiques. J'ai d'ailleurs utilisé et modifié les idées de M. Boussingault, de Millon et de Schœnbein sur la production naturelle des combinaisons oxygénées d'azote.

» § I. — J'ai d'abord reconnu les conditions naturelles de la formation des azotates dans le sol arable, sans intervention d'ammoniaque, aux dépens des éléments de l'air et leur réduction par l'humus.

» Je me suis servi du réactif de Schœnbein (solution d'amidon iodurée, additionnée d'acide sulfurique), qui donne une coloration bleue en présence des azotites. Au moyen de ce réactif, j'ai constaté les faits suivants :

» Les premières eaux dont on lave la terre végétale ou le terreau, dans l'appareil à déplacement, fournissent toujours la réaction des azotites. Il faut employer, en moyenne, une quantité d'eau distillée égale à 12 fois le poids de la terre ou du terreau, pour que l'eau de lavage cesse de fournir la réaction des azotites.

» La terre végétale ou le terreau, épuisés par l'eau distillée, étant séchés à l'air libre ou à l'étuve, récupèrent les azotites, facilement reconnaissables par le réactif de Schœnbein dans l'eau dont on les lave.

» La terre de bruyère et les sols sablonneux qui ne sont pas effervescents avec les acides ne récupèrent pas les azotites par la dessiccation; mais, si on les additionne de carbonate de chaux, qu'on les humecte et qu'on les fasse sécher, l'eau dont on les lave fournit alors la réaction des azotites.

» En faisant passer, à travers la terre végétale ou le terreau épuisés par l'eau, une solution d'azotates de potasse et d'ammoniaque à $\frac{5}{1000}$, j'ai constaté que les azotates sont retenus; 1 kilogramme de terre végétale, qui exige environ la moitié de son poids d'eau pour s'humecter, garde environ les $\frac{4}{5}$ des sels solubles contenus dans le premier litre de solution d'azotates à $\frac{5}{1000}$ qui le traverse. L'azotate d'ammoniaque est retenu par la terre en plus forte proportion que l'azotate de potasse.

» Au contact de l'humus, des feuilles mortes ou de la paille, les azotates alcalins sont réduits, du jour au lendemain, à l'état d'azotites. Cette réduction est tellement nette, que les feuilles mortes lavées à l'eau distillée rendent très-sensible par le réactif de Schœnbein les azotates naturellement contenus dans l'eau des puits de Paris.

» Ces faits me paraissent appuyer les conclusions suivantes :

» 1° L'humus calcaire ou la terre végétale, en séchant, détermine la combinaison des éléments de l'air, sans intervention d'ammoniaque, à l'état d'acide azotique ou azoteux immédiatement saturés par la chaux. Ainsi s'explique la stérilité des terres privées de chaux, la stérilité des tourbes pures et l'utilité des amendements calcaires.

» 2° L'azotate d'ammoniaque apporté par la rosée et la pluie (Millon, Schœnbein) est retenu par l'humus dans les couches superficielles du sol, avec les azotites incessamment renouvelés dans l'humus calcaire aéré, en raison des alternatives d'humidité et de sécheresse atmosphériques.

» 3° Ce renouvellement des combinaisons oxygénées d'azote dans l'humus calcaire est un fait capital, qui rend compte de la fertilisation exceptionnelle des terres par les alternatives fréquentes de pluie et de chaleur, comme en 1872; ces alternatives équivalent à un apport d'engrais. Ce renouvellement réitéré et l'affinité singulière de l'humus pour les sels solubles, et surtout pour les sels ammoniacaux, expliquent l'accumulation des principes fertilisants dans les jachères; ils expliquent aussi les effets fertilisants des labours, des binages, etc., qui multiplient les surfaces exposées aux alternatives d'humidité et de sécheresse.

» § II. — J'ai cherché à vérifier ces théories par diverses expériences horticoles, dont je présente les spécimens à l'Académie.

» 1re série. *Plantes élevées comparativement dans le sable et dans le terreau.* — Les plantes dans le sable ont reçu, chaque semaine, outre les arrosements à l'eau commune, une ration de quelques décigrammes d'engrais minéral en dissolution; les plantes dans le terreau n'ont reçu que l'eau commune. Des assiettes étaient placées sous les vases, afin de prévenir la déperdition des sels solubles.

» Je présente dans ces conditions, comme spécimen, deux plants de *Pelargonium zonale* et deux plants d'*Agave corniculata*, qui étaient exactement de même force au mois d'avril dernier. Le *Pelargonium* élevé dans le sable est quatre fois plus développé que celui qui a vécu dans le terreau, et a donné, pendant toute la belle saison, une riche floraison. L'*Agave* élevé dans le sable est double de la plante similaire élevée dans le terreau.

» 2e série. *Plantes élevées dans le sable*, les unes recevant la ration hebdomadaire de solution minérale, les autres ne recevant que de l'eau commune. — Je présente, dans ces conditions, plusieurs *Arum italicum*, comme spécimen d'un grand nombre d'expériences faites l'été dernier sur des plantes de diverses familles et qui ont donné des résultats analogues : *Lierres, Begonias, Tradescantias, Véroniques, Sauges, Maïs, Hartwegia*, etc. Les plantes dans le sable, sans engrais minéral, ont végété misérablement ou sont mortes; les plantes nourries d'engrais minéral ont végété de la manière la plus brillante.

» 3e série. *Plantes cultivées dans le terreau*, les unes recevant, outre l'eau commune, une ration hebdomadaire d'engrais minéral, les autres ne recevant que l'eau commune. — Je présente comme spécimen, dans ces conditions, deux échantillons de *Sedum acre*; celui qui a reçu, chaque semaine, deux décigrammes d'engrais minéral est deux fois plus développé que l'autre.

» 4e série. *Plantes qui ont végété toujours dans le même sol depuis deux ans* (non rempotées, comme disent les jardiniers), et qui ont pris un développement hors de toute proportion avec les vases qui les contiennent. — Je présente, comme spécimen, un *Aspidistra elatior* et un *Arum esculentum*.

» L'engrais minéral dont je me suis servi, et que j'ai composé d'après l'analyse élémentaire du froment et du fumier de ferme, et en admettant que la terre végétale fonctionne comme une nitrière fixant incessamment l'azote et l'oxygène de l'air, est ainsi formulé :

Azotate d'ammoniaque	400
» de potasse	250
Biphosphate d'ammoniaque	200
Chlorhydrate d'ammoniaque	50
Sulfate de chaux (plâtre)	60
Sulfate de fer	40
	1000

» Pulvérisez; mêlez.

» Le mode d'emploi que j'ai adopté est le suivant : Faites dissoudre 4 grammes du mélange salin dans un litre d'eau; distribuez aux plantes, chaque semaine, à raison de 25 à 150 grammes de cette solution (soit 1 à 6 décigrammes de sel solide), selon le développement de la plante.

» *Conclusions.* — 1° Les plantes peuvent recevoir leur nourriture sous forme de solutions artificielles de sels minéraux; 2° l'horticulture pourra tirer grand parti d'un mode de culture qui dispense des soins du rempotage, qui rend indifférente la composition du sol, pourvu qu'il offre aux racines un support stable et perméable, et qui permet d'alimenter les plantes à volonté, selon leurs besoins. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Théorie élémentaire des intégrales d'ordre quelconque et de leurs périodes* (suite et fin). Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, O. Bonnet, Puiseux.)

« *Des périodes des intégrales d'ordre quelconque.* — En supposant d'abord, comme dans les deux cas précédents, que l'équation $f(x, y, z, \ldots, F) = 0$ ait tous ses coefficients réels, on démontrera de la même manière que les périodes de l'intégrale $\Sigma F\, dx\, dy\, dz \ldots$ seront réelles, ou imaginaires sans parties réelles.

» Les périodes réelles seront les valeurs de l'intégrale correspondant aux systèmes de valeurs réelles des $n+1$ variables $x, y, z, \ldots, F$, formant des ensembles fermés, s'il y en a, ou se rejoignant à l'infini.

» Par exemple, l'intégrale

$$d\int\int\int dx\,dy\,dz\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}},$$

aura pour période réelle

$$d\int_{-a}^{+a} dx \int_{-b\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}}^{+b\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}} dy \int_{-c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}}^{+c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}} dz\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}}.$$

» Mais on pourra substituer à un pareil système fermé de valeurs réelles tout autre système fermé de solutions imaginaires de l'équation

$$f(x, y, z, \ldots, F) = 0,$$

qui seraient suffisamment voisines des précédentes.

» Les périodes imaginaires seront les valeurs de l'intégrale correspondant aux systèmes des valeurs imaginaires, conjuguées deux à deux, des $n+1$ variables $x, y, z, \ldots, F$, que l'on obtiendrait en formant les solutions communes à l'équation

$$f(x, y, z, \ldots, F) = 0,$$

et aux n équations

$$\begin{aligned} F &= Cx + d, \\ F &= C_1 y + d_1, \\ F &= C_2 z + d_2, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ F &= C_{n-1} + d_{n-1}, \end{aligned}$$

dans lesquelles $C, C_1, C_2, \ldots, C_{n-1}$ resteraient constants, et où l'on ferait varier $d, d_1, d_2, \ldots, d_{n-1}$ entre les limites auxquelles correspondraient des valeurs doubles de F.

» L'intégrale, d'ailleurs, sera indépendante du système des valeurs attribuées à $C, C_1, C_2, \ldots, C_{n-1}$.

» Tout se réduit encore à faire voir que l'intégrale correspondant à un pareil système de valeurs des variables et de la fonction ne sera pas nulle. Or, en prenant pour limite l'ensemble des valeurs réelles de $x, y, z, \ldots, F$, par lequel se rejoindront nécessairement les deux systèmes de valeurs imaginaires conjuguées, on aura, pour la valeur de l'intégrale totale,

$$I = I' - I'' = \sqrt{-1}\,(U - U') + 4U'_1\sqrt{-1}.$$

Mais U'_1 désigne une somme d'intégrales renfermées dans l'un des deux types $\Sigma\alpha_n P_3$ et $\Sigma\beta_n P_2$, et toutes ces intégrales seront séparément nulles, en raison du choix intervenu dans le système de solutions imaginaires considéré.

» En effet, $\Sigma\alpha_n P_3$ est une somme d'intégrales de la forme

$$\int d\alpha_p \int d\beta_q \int \cdots \int\int\int \alpha_n d\beta\, d\beta_1\, d\beta_2.$$

» Or, β, β_1 et β_2 étant proportionnels à des constantes $\frac{1}{C}$, $\frac{1}{C_1}$, $\frac{1}{C_2}$, la der-

nière intégrale

$$\int\int\int \alpha_n \, d\beta \, d\beta_1 \, d\beta_2$$

sera identiquement nulle.

» De même $\Sigma\beta_n P_2$ désigne une somme d'intégrales de la forme

$$\int d\alpha_r \int d\beta_r \ldots \int\int \beta_n \, d\beta \, d\beta_1$$

et β_n, β et β_1 étant proportionnels à 1, $\frac{1}{C}$, $\frac{1}{C_1}$, la dernière intégrale sera identiquement nulle.

» Il ne restera donc, pour l'intégrale totale, dans l'hypothèse considérée, que

$$I = (U - U')\sqrt{-1},$$

c'est-à-dire le produit de $\sqrt{-1}$ par l'intégrale correspondant au système de valeurs réelles de $\alpha \pm \beta_n$, considéré comme fonction de $\alpha \pm \beta$, $\alpha_1 \pm \beta_1, \ldots$, $\alpha_{n-1} \pm \beta_{n-1}$.

» Cette intégrale, au facteur $\sqrt{-1}$ près, représentera, par rapport à l'ensemble

$$x = \alpha \pm \beta, \quad y = \alpha_1 \pm \beta_1, \ldots, \quad F = \alpha_n \pm \beta_n,$$

la même grandeur qu'on avait voulu exprimer par l'intégrale relative à l'ensemble réel de valeurs de x, y, $z, \ldots$, F.

» On retrouve ainsi le théorème que j'avais donné en 1858.

» *Les périodes imaginaires d'une intégrale* $\Sigma_n F\,dx\,dy\,dz\ldots$ *sont les produits par* $\sqrt{-1}$ *des valeurs de cette intégrale, relatives aux champs conjugués de l'équation qui définit la fonction* F, *et les valeurs de cette intégrale, relatives à deux champs conjugués voisins, sont identiques.*

» Ce sera probablement la dernière extension que pourra recevoir le théorème d'Apollonius

$$\pi a' b' \sin\theta = \pi ab.$$

» Supposons, en second lieu, que l'équation $f(x, y, z, \ldots, F) = 0$ ait ses coefficients imaginaires. On reconnaîtra, comme dans les cas précédents, que les périodes de l'intégrale $\Sigma F\,dx\,dy\,dz\ldots$ correspondront, soit aux ensembles fermés de solutions de l'équation $f = 0$, pour lesquels $\frac{dF}{dx}$, $\frac{dF}{dy}$, $\frac{dF}{dz}, \ldots$ seraient restés réels, soit aux ensembles fermés de solutions

communes à $f = 0$, et à des équations du premier degré en nombre n

$$F = Cx + d,$$
$$F = C_1 x + d_1,$$
$$\cdots\cdots$$

dans lesquelles $C, C_1, C_2, \ldots$ resteraient constants, et où $d, d_1, d_2, \ldots$ varieraient entre les limites auxquelles correspondraient des valeurs doubles de F. »

GÉOMÉTRIE. — *Nouvelle méthode d'Analyse, fondée sur l'emploi des coordonnées imaginaires*. Mémoire de **M. F. Lucas**, présenté par M. Chasles. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Serret.)

« Le but principal de ce Mémoire est d'établir entre la *Géométrie segmentaire* et l'*Algèbre supérieure* un lien très-intime, en vertu duquel ces deux branches de la science peuvent se prêter un mutuel concours.

» L'instrument dont nous faisons usage pour arriver à ce résultat est la coordonnée imaginaire

(1) $$z = x + y\sqrt{-1},$$

par laquelle on peut représenter le point du plan dont l'abscisse et l'ordonnée, relativement à deux axes rectangulaires, sont respectivement x et y.

» Un polygone de p sommets ou, plus généralement, un groupe de p points du plan, se trouve entièrement déterminé si l'on donne les coordonnées

$$z_1, \quad z_2, \ldots, \quad z_m, \ldots, \quad z_p$$

de chaque sommet ou de chaque point. On peut, avec ces coordonnées, former l'équation du degré p :

(2) $$(z - z_1)(z - z_2)\ldots(z - z_m)\ldots(z - z_p) = 0.$$

» Réciproquement, toute équation algébrique du degré p détermine un groupe de p points du plan. Cette simple observation montre comment l'étude des polygones et celle des équations algébriques peuvent se ramener l'une à l'autre.

» *Rapport anharmonique*. — Un premier point de départ, fondamental dans la nouvelle méthode d'Analyse que nous décrivons, est la notion du *rapport anharmonique* de deux couples de points (M, N), (M', N'), étendue

au cas où ces points sont disposés, dans le plan, d'une manière quelconque.

» Soient (μ, ν) et (μ', ν') les coordonnées de ces deux couples; nous appelons *rapport anharmonique* l'expression analytique :

(3)
$$\Phi = \left[\frac{(\mu - \mu')(\nu - \nu')}{(\mu - \nu')(\nu - \mu')}\right]^{\pm 1}.$$

» Ce rapport est indépendant de la position de l'origine des coordonnées et de la direction des axes. Il ne change pas si l'on transforme la figure, soit semblablement à elle-même, soit par rayons vecteurs réciproques.

» Le rapport anharmonique est généralement imaginaire, de la forme $a + b\sqrt{-1}$. Pour qu'il devienne *réel*, il faut et il suffit que *les quatre points donnés appartiennent à une même circonférence*, laquelle peut d'ailleurs dégénérer en ligne droite. Dans ce cas, le rapport anharmonique s'identifie avec celui de quatre points d'un cercle ou de quatre points en ligne droite, défini dans le traité de *Géométrie supérieure*, et dont l'auteur de ce traité a fait connaître tant de belles applications.

» Si le rapport anharmonique devient égal à -1, les deux cordes MN, M'N' sont *conjuguées* relativement à la circonférence circonscrite.

» *Théorie des ombilics.* — Nous trouvons un second point de départ, non moins important que le précédent, dans une notion géométrique toute nouvelle, que nous allons définir brièvement.

» Soient deux systèmes de points, en même nombre p :

$$M_1, \quad M_2, \ldots, \quad M_p$$

et

$$N_1, \quad N_2, \ldots, \quad N_p,$$

ainsi qu'un point mobile V. Formons l'expression segmentaire

(4)
$$\frac{VM_1 . VM_2 \ldots VM_p}{VN_1 . VN_2 \ldots VN_p}.$$

» Les positions du point V qui rendent cette expression *maxima* ou *minima* constituent ce que nous appelons les *ombilics* des systèmes M et N.

» La théorie de ces ombilics, inabordable au moyen des coordonnées cartésiennes, s'établit très-aisément par les coordonnées imaginaires.

» Désignons par

(5)
$$\varphi(z) = 0, \quad \text{et} \quad \psi(z) = 0,$$

les équations des groupes M et N, dans lesquelles nous supposerons que les termes en z^p aient l'unité pour coefficient.

» Les ombilics cherchés sont les points racines de l'équation du degré $(2p-2)$

$$(6) \qquad \varphi'(z)\psi(z) - \psi'(z)\varphi(z) = 0.$$

» La figure formée par deux groupes de points et leurs ombilics conserve ses propriétés lorsqu'on la transforme soit par rayons vecteurs réciproques, soit d'une manière beaucoup plus générale, en faisant correspondre q points de la figure transformée à chaque point de la figure primitive.

» On peut supposer que tous les points $N_1, N_2, \ldots, N_p$ se superposent en un seul N, ayant pour coordonnée α. L'équation (6) se réduit alors à

$$(7) \qquad p\varphi(z) - (z-\alpha)\varphi'(z) = 0;$$

elle fait connaître $(p-1)$ points, que nous appellerons *ombilics relatifs à* N *dans le groupe* M.

» Si le point N passe à l'infini, l'équation (7) se réduit à la forme très-simple

$$(8) \qquad \varphi'(z) = 0,$$

et détermine ce que nous appelons les *points centraux* du groupe M; on peut donner plusieurs définitions directes de ces points.

» *Applications diverses.* — Telles sont les bases de la nouvelle méthode d'Analyse dont notre Mémoire renferme de nombreuses applications.

» Cette méthode nous conduit, en Géométrie, à de nouvelles propriétés du triangle, du quadrilatère et de l'hexagone, ainsi que de tous les polygones réguliers.

» Elle nous permet de trouver, en Algèbre, les propriétés très-curieuses de l'équation

$$(9) \qquad (z-\alpha)^p + \varepsilon(z-\beta)^p = 0,$$

dans laquelle p est un entier quelconque, α, β, ε désignant des coefficients arbitraires.

» *Théorème général sur les équations algébriques.* — Voici d'ailleurs, dans le domaine de l'Algèbre, une application beaucoup plus générale.

» Soit

$$(10) \qquad f(z) = z^p + A_1{}^{p-1} + \ldots + A_m z^{p-m} + \ldots + A_{p-1}z + A$$

un polynôme algébrique du degré p, à coefficients quelconques, et posons

$$(11) \qquad f(z) = \zeta.$$

» *A chaque valeur de* ζ *correspondent* p *valeurs de* z; *soit, en d'autres termes, un groupe de* p *racines.*

» *Si le point directeur* ζ *décrit dans le plan un cercle quelconque, le groupe de racines correspondant décrit une transformée de cercle* Γ.

» *Toute transformée de cercle est une courbe algébrique du degré* $2p$ *et de la classe* $2p$.

Par deux groupes de racines et un point quelconque du plan, on peut faire passer une courbe Γ. *En faisant varier ce dernier point, on fait pivoter la courbe* Γ *autour des deux groupes de racines.*

» *Les pivotantes* Γ *ont pour trajectoires orthogonales une série de transformées de cercle.*

» Ce théorème, d'une importance évidente pour la théorie générale des équations, se présente, comme cas particulier, d'un théorème relatif à une équation algébrique dont tous les coefficients varient en fonction de ζ, suivant des lois déterminées.

» *Deux groupes quelconques de racines donnent naissance à un système d'ombilics indépendant de ces groupes.* Ces ombilics correspondent aux racines égales de l'équation à coefficients variables et constituent les centres de permutation de racines. On arrive très-facilement à reconnaître comment ces permutations s'effectuent.

» Ce rapide exposé suffira pour mettre en relief les caractères principaux de la *Nouvelle méthode d'Analyse*, sa puissance et sa fécondité. »

ZOOLOGIE. — *Études sur les types ostéologiques des Poissons osseux* (5[e] Partie); *par* **M. C. Dareste.**

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« Il me reste à indiquer un certain nombre de types dont j'ai pu constater l'existence, mais que je ne puis encore définir d'une manière exacte, par suite de l'insuffisance des matériaux qui ont servi à mes études.

» L'un de ces types, représenté par un grand nombre d'espèces, est celui des Gobioïdes. Les Gobioïdes, dans la classification de Cuvier, comprenaient les Blennies. Agassiz a séparé ces deux groupes, et cette séparation est pleinement justifiée par l'Ostéologie. J'ai décrit, dans la troisième Partie de ce travail, le type crânien des Blennies. La tête osseuse des *Gobius* a une forme tout à fait caractéristique. Les frontaux principaux forment audessus de l'orbite une sorte de gouttière très-étroite, à bords relevés, puis ils divergent en formant des arcs de cercle à concavité antérieure, de telle

sorte que les yeux sont très-rapprochés l'un de l'autre, et visibles à la face supérieure de la tête. En arrière des frontaux et appliquée contre leurs bords relevés, se trouve la boîte crânienne proprement dite, dont le diamètre transversal dépasse généralement en longueur le diamètre longitudinal; cette boîte crânienne est généralement lisse, et présente dans quelques cas seulement l'indication d'une crête mitoyenne. Je regrette de ne pouvoir compléter cette description par l'indication des rapports qu'ont entre elles les pièces osseuses, ce qui me permettrait de définir ce type d'une manière complète.

» Les *Ophidium*, que Cuvier rangeait à la suite des Anguilles et des Gymnotes, parmi les Malacoptérygiens apodes, et que Müller en a séparés pour en faire une famille voisine des Gadoïdes, ont une forme de tête tout à fait semblable à celle des Gobioïdes, avec cette différence, toutefois, que la boîte crânienne est moins large. Leur type est-il le même que celui des Gobioïdes, ou bien est-il un type à part? C'est une question que je ne pourrai résoudre que lorsque je connaîtrai les connexions des pièces osseuses dans ces deux groupes.

» Les *Trachinus* sont aussi très-voisins des Gobioïdes par la forme de leur tête.

» Il en est de même de l'*Uranoscope*. Là aussi, les frontaux principaux forment en avant une gouttière très-étroite qui sépare les yeux; puis, en arrière d'eux, la boîte crânienne s'élargit en formant une large surface, à peu près carrée. Ici j'ai pu voir les connexions des pièces osseuses, qui sont, à certains égards, fort remarquables, et qui me paraissent devoir définir un type particulier. Les os y sont placés sur deux rangées : une première, formée en dedans par la partie postérieure des frontaux principaux et par les frontaux postérieurs; une seconde, formée en dedans par l'interpariétal, puis par les pariétaux, puis enfin par les mastoïdiens. L'interpariétal, libre en avant et en arrière, est recouvert dans la région moyenne par les pariétaux, disposition tout à fait exceptionnelle, mais que j'ai constatée cependant dans certaines espèces de Tétrodons. Les mastoïdiens ne sont pas en rapport avec les frontaux. Les occipitaux sont complétement exclus de la face supérieure du crâne.

» Ces groupes, à crâne élargi dans la partie supérieure, conduisent à un autre groupe dans lequel le crâne tout entier est élargi et aplati. C'est un groupe formé par deux genres, que Cuvier plaçait dans des familles très-éloignées, mais qui présentent très-manifestement le même type, les *Batrachus*, qui, dans le *Règne animal*, prennent place parmi les Acanthoptérygiens,

à la suite des Lophies, et les *Gobiésoces*, qui forment une famille particulière dans l'ordre des Malacoptérygiens subbrachiens. Je ne puis définir ce type, et je me contente de dire qu'il rappelle, à bien des égards, le type des Gymnodontes, et particulièrement celui des Diodons.

» C'est dans le voisinage des *Batrachus* et des *Gobiésoces* que doivent très-probablement prendre place deux types également très-remarquables par l'aplatissement de la tête, les Lophies et l'*Echénéis*. Ce dernier type présente une particularité ostéologique fort remarquable : le frontal antérieur s'unit en arrière au frontal postérieur, et exclut ainsi le frontal principal du bord extérieur de l'orbite. Toutefois, cette particularité n'est pas isolée; je l'ai constaté chez le *Sudis*.

» La famille des *Poissons à joues cuirassées* présente une telle variété de formes crâniennes, même dans les genres les plus voisins, qu'il m'a été impossible jusqu'à présent de savoir s'ils appartiennent à un même type, ou s'ils se rattachent à plusieurs types différents. Je dois donc réserver complétement pour un autre travail le groupement de ces animaux; je me contenterai de faire remarquer d'abord que le caractère des joues cuirassées, c'est-à-dire de l'extension des sous-orbitaires sur les ailes palatine et temporale est un caractère purement artificiel, puisqu'il se rencontre dans des genres bien différents, comme l'*Anabas*, le *Myletes* et le *Sudis;* ensuite, que les variations dans les connexions des os crâniens sont bien plus nombreuses que dans d'autres groupes. C'est ce que l'on voit, par exemple, en comparant les *Trigles* et les *Dactyloptères,* bien que ces deux genres soient fort voisins.

Le Poisson Saint-Pierre ou *Zeus faber* présente un type crânien très-différent de celui des Scombéroïdes, auxquels Cuvier l'avait réuni. Le crâne est très-comprimé latéralement. L'ethmoïde est très-allongé, et s'étend au-dessus des frontaux antérieurs auxquels il ne s'articule pas, comme cela existe chez plusieurs Chétodons. Les frontaux principaux sont très-allongés, et présentent deux crêtes latérales, séparant une gouttière, crêtes latérales qui se prolongent en arrière sur les pariétaux. Les pariétaux ne sont point séparés par l'interpariétal, qui n'a, par conséquent, aucun rapport direct avec les frontaux principaux. Le *Zeus faber* est le seul poisson qui présente ce type tout à fait exceptionnel. Je suppose toutefois qu'il se rencontre dans quelques genres voisins, les genres *Equula* et *Gymnethrus,* par exemple.

Les genres *Belone, Hemiramphus* et *Exocetus* ont un type crânien très-semblable à celui des véritables Clupées, par la forme générale; mais ils s'en

distinguent par l'interposition de l'interpariétal entre les pariétaux, et aussi par la soudure des pharyngiens inférieurs en une seule pièce, soudure qui a conduit Müller à les placer dans un ordre particulier, celui des *Pharyngognathes*, à côté des Labroïdes; mais cette assimilation ne me paraît pas admissible.

» Il y a encore quelques autres types bien distincts, mais sur lesquels je n'ai que des renseignements incomplets : ce sont les *Gasterostes*, les *Xiphioïdes*, les *Notacanthes* et les *Anabas*. Je me contente aujourd'hui de les signaler.

» Il resterait maintenant à grouper tous ces types entre eux, de manière à faire ressortir leurs affinités naturelles. On voit bien tout d'abord certains rapprochements. Ainsi la plupart des types des Acanthoptérygiens de Cuvier se font remarquer par la forme comprimée de la tête; d'autres, au contraire, comme les *Gobioïdes*, les *Batrachus*, les *Gymnodontes*, etc., ont la tête très-aplatie et plus ou moins dépourvue de crêtes. Mais il est évident qu'un pareil travail ne pourra être mené à bonne fin que lorsque tous les types crâniens des Poissons du premier ordre seront exactement connus et définis.

» Le long travail que je viens de terminer démontre d'une manière satisfaisante l'utilité des caractères ostéologiques par la détermination des types chez les Poissons osseux, et par conséquent pour leur répartition en groupes naturels. Bien que l'insuffisance des matériaux ne me permette pas encore d'en tirer un nouvel arrangement des familles, je crois cependant que, tel qu'il est, il étend considérablement l'œuvre ébauchée par Agassiz il y a trente ans, et sur laquelle un naturaliste éminent, M. Wogt, s'exprimait ainsi : « Je me suis convaincu, par l'inspection réitérée des faits annoncés par mon » célèbre ami, que la conformation du crâne, les formes que présente » cette boîte du système nerveux central, sont de la plus grande importance » pour l'Ichthyologie systématique. C'est là, à mon avis, qu'il faut chercher » les caractères stables et fixes des familles des Poissons, et non pas dans » l'anatomie des organes de la circulation, de la respiration et de la diges- » tion, qui tous varient plus ou moins, d'après les conditions extérieures » de la vie auxquelles l'animal est destiné » (1).

---

(1) Je dois signaler une erreur qui s'est glissée dans la rédaction de la 4e Partie (*voir* p. 1174). Il faut lire, aux lignes 21 et 22, *frontaux antérieurs* au lieu de *frontaux principaux*.

HYGIÈNE. — *Étude sur la ventilation d'un transport-écurie.* Note de **M. E. Bertin**, présentée par M. le général Morin.

(Commissaires : MM. le général Morin, Dupuy de Lôme, Bouley.)

« La nécessité d'un abondant renouvellement de l'air se fait impérieusement sentir dans les vaisseaux qui parcourent les mers du Sud, surtout lorsqu'ils portent des troupes ou lorsqu'ils sont affectés au transport des chevaux. Lors de la guerre du Mexique, on a perdu un grand nombre d'animaux, et il y a même des exemples que, dans les voyages de l'Inde, des passagers ont été asphyxiés faute d'air.

» Le Ministère de la Marine s'est depuis longtemps préoccupé de cette question, et, dès 1836, bien avant les expéditions lointaines qui en ont rendu l'étude approfondie plus indispensable, on avait cherché à améliorer l'état sanitaire des bâtiments de transport par l'emploi de ventilateurs mus à bras et disposés au-dessus des écoutilles, qui règnent dans la longueur du pont. Mais, si cette ventilation insuffisante apporta dans l'état des choses une légère amélioration, qui fut remarquée sur le transport *le Finistère*, elle ne déterminait ni le renouvellement complet de l'air, ni surtout l'assainissement des parties infectées.

» En 1865, le Ministre de la Marine ordonna une étude nouvelle de la question pour deux transports-écuries, *le Calvados* et *la Garonne*. C'est le résultat de ce travail, exécuté sur le premier de ces bâtiments, que l'on soumet à l'examen de l'Académie. On y a pris pour règles les principes qui régissent les mouvements de l'air, et, sans recourir à l'emploi d'aucun appareil mécanique, on est parvenu, par la seule action de l'appel déterminé, en marche sous vapeur, par la chaleur perdue des cheminées des chaudières, ou en station, à l'aide de simples foyers auxiliaires, à obtenir une évacuation d'air vicié dans les deux étages inférieurs d'écuries, de plus de 35000 mètres cubes par heure, correspondant à environ 150 mètres cubes par heure et par cheval.

» Des expériences nombreuses constatent ces résultats, obtenus en rade de Cherbourg, et il est probable qu'ils seront dépassés à la mer.

» On a donc lieu d'espérer que, par des dispositions analogues à celles qui ont été adoptées pour le bâtiment en bois *le Calvados*, on parviendra également à améliorer l'état sanitaire de tous les paquebots en fer qui parcourent les régions tropicales, et dans lesquels, malgré les installations les plus splendides, les passagers sont souvent exposés à souffrir cruellement

du défaut de renouvellement de l'air, plus encore que de l'élévation de la empérature. »

M. LE BARON LARREY dépose sur le bureau de l'Académie une lettre qu'il a reçue de M. *Loarer*, sur l'efficacité du sulfure d'arsenic et de certaines autres préparations arsenicales, pour préserver la vigne des ravages du *Phylloxera*.

« Cette lettre, dit M. Larrey, offre le complément détaillé des remarques et des propositions déjà soumises au jugement de la Commission spéciale de l'Académie, dans une brochure de M. Loarer, qui avait signalé aux agriculteurs français les résultats de son expérience à cet égard, après un séjour de plusieurs années dans l'Inde, et qui s'offre aujourd'hui d'en donner la démonstration pratique aux viticulteurs. »

M. E. SAINT-PIERRE adresse, de Montpellier, une Note relative à la présence du *Phylloxera* sur les racines des vignes sauvages, dites *lambrusques*.

En présence de la proposition qui a été faite, de chercher à régénérer les vignobles par la greffe des races cultivées sur les vignes sauvages, l'auteur a cherché à fixer son opinion sur l'immensité attribuée aux *lambrusques*. Il dit avoir constaté, dans une commune du département de Vaucluse, au milieu d'un terrain inculte, une lambrusque dont les racines portaient de nombreux *Phylloxera*, et présentaient les nodosités caractéristiques : les insectes étaient en général isolés; en deux points seulement, ils étaient agglomérés en grand nombre. Sans vouloir exagérer l'importance de cette rencontre, je crois, dit l'auteur, qu'elle répond à l'un des arguments de ceux qui veulent voir dans la maladie de la vigne un état pathologique provoqué par la culture.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. F. BARILLA adresse une Note relative à un remède contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. G. FABRETTI adresse une Note relative à la transmission des miasmes infectieux.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. J. CURRAL adresse une Note relative à la réalisation du mouvement perpétuel dans le système planétaire.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Phillips.

M. J. Andru adresse une Note relative à la quadrature du cercle.

On fera savoir à l'auteur que, en vertu d'une décision déjà ancienne, les Notes relatives à cette question sont considérées comme non avenues.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, conformément à sa demande, diverses sommes sur les reliquats disponibles des fonds Montyon.

M. Meignen informe l'Académie que Mme veuve *Guérineau*, née *Delalande*, vient de laisser une somme de 20000 francs, dont les intérêts doivent être donnés tous les deux ans, au nom de *Delalande-Guérineau*, au voyageur ou au savant que l'Académie en aura jugé digne.

Cette pièce sera transmise à la Commission administrative.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Ernest Liouville*, intitulée « De la Statistique judiciaire; discours prononcé à l'audience solennelle de rentrée de la Cour de Riom ».

ASTRONOMIE. — *Sur la planète* (116) Sirona. Note de M. F. Tisserand, présentée par M. Serret.

« Cette planète a été découverte à Hamilton-Collége, le 8 septembre 1871, par M. C. Peters; elle était alors de onzième grandeur : depuis cette époque, elle a été observée régulièrement en Europe et en Amérique, jusqu'au 2 février 1872. J'ai réuni quatre-vingt-sept observations, que j'ai discutées, afin d'obtenir, aussi exactement que possible, les lieux de la planète pour l'opposition de 1872.

» La première chose à faire était de déterminer une orbite assez précise pour servir de base au calcul; c'est ce que j'ai fait en partant de trois observations, du 19 septembre et du 5 novembre 1871 et du 1er février 1872. J'ai ainsi obtenu le système d'éléments (I) qu'on trouvera plus loin dans un tableau général A. A l'aide de ce système, j'ai calculé une éphéméride à laquelle j'ai comparé toutes les observations; ces observations proviennent des Observatoires de Paris, Bilk, Hambourg, Leipzig, Lund,

Washington et Hamilton-Collége. Chaque coordonnée observée o a été comparée à la coordonnée correspondante c, tirée de l'éphéméride, et a donné une différence $o - c$; d'après la marche de ces différences $o - c$, on a pu les grouper en huit moyennes, qu'on doit supposer beaucoup plus exactes que les différences isolées; en ajoutant chacune de ces différences normales à la quantité c correspondante, calculée de nouveau et très-exactement, on a obtenu huit observations idéales qui remplacent l'ensemble. Voici les coordonnées α, δ, λ, β des huit lieux normaux, rapportées à l'équateur et à l'équinoxe moyens, de 1870,0 :

	Temps moyen de Berlin.	α	Nombre d'observations.	δ	Nombre d'observations.	λ	β
1871	Sept. 17,0	1°.57′.11″,44	11	−4°.25′.30″,55	11	0°. 1′.35″,44	−4°.50′.10″,24
	Oct. 2,0	358.55.24,50	18	−5.36.12,22	17	356.46.39,95	−4.42.39,73
	Oct. 17,0	356.15. 9,68	21	−6.27.58,42	20	353.59.21,12	−4.26.33,68
	Nov. 5,0	354.12.47,19	10	−6.50.18,45	10	351.58.37,17	−3.58.42,58
	Nov. 15,0	353.54.18,08	9	−6.41. 0,47	9	351.45.25,83	−3.42.53,34
	Déc. 8,0	355.11.52,93	7	−5.29.42,65	7	353.24.42,80	−3. 8. 4,29
1872	Janv. 7,0	0.18.57,07	6	−2.35.43,00	6	359.15.21,71	−2.30.23,03
	Févr. 2,0	6.55.44,33	5	+0.43.45,28	4	6.38.59,91	−2. 4.57,43

» Avant d'aller plus loin, j'ai voulu tenir compte des perturbations que la planète a éprouvées de la part de Jupiter, depuis l'opposition de 1871 jusqu'à la suivante. Suivant la méthode des quadratures mécaniques proposée par Encke, j'ai calculé de quarante en quarante jours les variations δx, δy, δz des coordonnées rectangulaires écliptiques x, y, z; j'en ai déduit les variations correspondantes $\delta\lambda$ et $\delta\beta$ pour les lieux normaux, et j'ai pu ainsi calculer huit différences $o - c_1$ en longitude et en latitude, différences qu'il faut chercher à faire disparaître en déterminant convenablement les variations $\delta\alpha$, $\delta\varphi$,... des éléments elliptiques du système I. Ces différences $o - c_1$, qui se trouvent dans le tableau A, sont petites; la plus grande est de 13 secondes; on pouvait donc penser que $\delta\alpha$, $\delta\varphi$,... seraient de petites quantités, et que leurs carrés et leurs produits seraient négligeables.

» En tenant compte des poids, j'ai obtenu les seize équations suivantes :

Pour les longitudes :

(α)

$+0,12098\ \delta i$	$-4,17446\ \delta\varphi$	$+3,81910\ \delta M_0$	$+2,14506\ (10\,\delta\mu)$	$+4,87559\ \delta\varpi$	$-0,00624\ \delta\Omega$	$=+10'',35$
$+0,13274$	$-5,28081$	$+4,84455$	$-1,13223$	$+6,19143$	$-0,00804$	$=-20,96$
$+0,11626$	$-5,34130$	$+4,87134$	$-4,31484$	$+6,23339$	$-0,00818$	$=-32,56$
$+0,06633$	$-3,53541$	$+3,12854$	$-3,66784$	$+4,00405$	$-0,00526$	$=-2,50$
$+0,05804$	$-3,25380$	$+2,80250$	$-2,79395$	$+3,58292$	$-0,00460$	$=+16,08$
$+0,04716$	$-2,75466$	$+2,17909$	$+0,71955$	$+2,76743$	$-0,00313$	$=+36,30$
$+0,04505$	$-2,56739$	$+1,78210$	$+6,60030$	$+2,22281$	$-0,00173$	$=+31,75$
$+0,03883$	$-2,18393$	$+1,36418$	$+10,36251$	$+1,66242$	$-0,00060$	$=+7,22$

Pour les latitudes :

$$(\alpha)\left\{\begin{array}{lllllll}
-4{,}46555\,\delta i & -0{,}00913\,\delta\varphi & +0{,}09917\,\delta M_0 & -2{,}37518\,(10\,\delta\mu) & +0{,}13654\,\delta\varpi & -0{,}12281\,\delta\Omega & =-17'',74 \\
-5{,}56604 & -0{,}00000 & +0{,}09813 & -2{,}73967 & +0{,}13745 & -0{,}17184 & =-18{,}58 \\
-5{,}53544 & -0{,}00614 & +0{,}07968 & -2{,}22053 & +0{,}11221 & -0{,}19005 & =-10{,}15 \\
-3{,}50682 & -0{,}02735 & +0{,}04823 & -0{,}81948 & +0{,}06568 & -0{,}13704 & =-\ 2{,}31 \\
-3{,}10679 & -0{,}04163 & +0{,}04664 & -0{,}41074 & +0{,}06159 & -0{,}12966 & =-\ 1{,}86 \\
-2{,}31224 & -0{,}06985 & +0{,}04892 & +0{,}27181 & +0{,}06064 & -0{,}11180 & =-\ 3{,}36 \\
-1{,}71152 & -0{,}09908 & +0{,}05732 & +0{,}81013 & +0{,}06801 & -0{,}09984 & =-\ 4{,}34 \\
-1{,}16184 & -0{,}10044 & +0{,}05490 & +0{,}95654 & +0{,}06315 & -0{,}08366 & =+\ 8{,}02
\end{array}\right.$$

» J'ai résolu ces équations par la méthode de Cauchy, et j'ai trouvé

$$\begin{array}{ll}
\delta\varpi = +3650'',76 & \delta\varphi = -238'',78 \\
\delta M_0 = -4927{,}14 & \delta i = -\ 0{,}11 \\
\delta\Omega = -\ 0{,}24 & \delta\mu = +\ 1{,}3271
\end{array}$$

» J'en ai déduit le système d'éléments II du tableau A, et les différences $o - c_2$, obtenues en calculant directement c_2 avec les éléments précédents. Ces différences devraient être égales aux résidus des équations (α); mais cela n'a pas lieu : la cause en est que, dans ces équations, les termes du second ordre n'étaient pas négligeables, à cause de la grandeur de $\delta\varpi$ et δM_o. Il fallait dès lors procéder par des approximations successives; j'ai conservé les équations (α), en remplaçant dans les seconds membres $o - c_1$ par $o - c_2$, et j'ai de nouveau résolu ces équations, ce qui a été rapide, à cause des calculs déjà faits. Après avoir éliminé δi, $\delta\varphi$, δM_o et $\delta\mu$, j'ai vu que je ne gagnerais rien à éliminer $\delta\varpi$ et $\delta\Omega$; je les ai supposés nuls, et j'ai trouvé ainsi

$$\begin{array}{ll}
\delta\varpi = 0 & \delta\varphi = +9'',99 \\
\delta M_0 = +13'',84 & \delta i = -0{,}37 \\
\delta\Omega = 0 & \delta\mu = +0{,}0130
\end{array}$$

d'où j'ai conclu le système d'éléments III, et les différences $o - c_3$ obtenues par un calcul direct. Ces différences sont très-satisfaisantes, à l'exception de la dernière en latitude; cet écart s'explique, car les quatre observations qui ont fourni la déclinaison du dernier lieu normal donnent, par leur comparaison avec l'éphéméride provisoire, les valeurs suivantes de $o - c$

$$-0'',1 \qquad -0'',5 \qquad +8'',3 \qquad +7'',4$$

» Il y a là, dans les observations, une erreur évidente.

» C'est avec le système III que j'ai calculé l'éphéméride qui permettra de retrouver la planète dans quelques jours; cette éphéméride devant paraître dans un autre Recueil, je me bornerai à dire qu'à l'opposition, qui

aura lieu le 21 décembre prochain, la planète sera de 10ᵉ grandeur, et à donner les positions suivantes :

Minuit moy. de Berlin.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Log Δ.
	h m s	° ′ ″	
1872. Déc. 1.....	6.23. 0,10	+25.24.22,4	0,214693
» 5.....	6.19.52,12	+25.33. 4,1	0,207947
» 9.....	6.16.23,16	+25.41,30,2	0,202229

» L'éphéméride était terminée quand je me suis décidé, pour plus d'exactitude, à calculer de nouveau les coefficients des équations (α), à l'aide du système II. M. Baillaud, élève astronome à l'Observatoire, a bien voulu appliquer la méthode de Cauchy aux nouvelles équations (α'), que le défaut d'espace m'empêche de reproduire ici; j'ai ainsi obtenu le système d'éléments IV, et les valeurs correspondantes $o - c_4$, qui, cette fois, concordent rigoureusement avec les résidus des équations (α'). On voit que les systèmes III et IV, quoique assez différents l'un de l'autre, représentent à peu près de la même façon, satisfaisante pour tous les deux, l'ensemble des observations.

Tableau A.

(Époques ; 1871, sept. 19,0, t. m. de Berlin; équinoxe moyen de 1870,0.)

	I.	II.	III.	IV.
M_0...	214°.31′.15″,32	213°. 9′. 8″,18	213°. 9′.22″,02	213°. 0′.40″,29
ϖ....	152. 1.27,26	153. 2.18,02	153. 2.18,02	153. 8.51,79
☊...	64.22.48,88	64.22.48,64	64.22.48,64	64.22.45,43
i....	3.35.10,40	3.35.10,29	3.35. 9,92	3.35.10,07
φ....	8.18.54,10	8,14.55,32	8.15. 5,31	8.14.48,42
μ....	769″,8089	771″,1360	771″,1490	771″,2863
log a.	0,4424158			

$o - c_1$. λ	$o - c_1$. β	$o - c_2$. λ	$o - c_2$. β	$o - c_3$. λ	$o - c_3$. β	$o - c_4$. λ	$o - c_4$. β
+ 3″,12	−5″,85	+3″,86	+1″,02	−0″,1	+0″,2	−0″,2	+0″,7
− 4,94	−4,38	+2,98	+0,06	−0,9	−0,7	0,0	−0,4
− 7,28	−2,27	+1,96	+0,60	−1,5	0,0	−0,7	+0,1
− 0,79	−0,73	+2,38	+0,50	−0,3	0,0	+0,1	0,0
+ 5,36	−0,62	+3,76	−0,19	+1,4	−0,6	+1,6	−0,6
+13,72	−1,27	+2,15	−1,10	+0,9	−1,4	+0,8	−1,4
+12,96	−1,77	−1,26	−1,12	−1,5	−1,3	−0,9	−1,2
+ 3,61	+4,01	−1,10	+5,71	−0,5	+5,5	+2,0	+5,8

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie mathématique des expériences acoustiques de Kundt*. Mémoire de **M. J. Bourget**, présenté par M. Jamin. (Extrait par l'auteur.)

« Voici en quoi consistent les expériences de Kundt, dont je donne la théorie mathématique.

» On prend un tube de verre, d'environ 2 mètres de longueur, et de 4 ou 5 centimètres de diamètre intérieur. On ferme l'une des extrémités par un bouchon, mobile au moyen d'une tige. On ferme aussi l'autre extrémité par un bouchon, serrant fortement en son milieu un tube plus étroit qui le traverse. L'extrémité de ce tube intérieur est muni d'une sorte de piston, qui ne remplit pas complétement le tube plus large, et tellement disposé qu'il ne touche pas la paroi intérieure de ce tube.

» Si l'on frotte maintenant la partie extérieure du tube étroit, on détermine des vibrations longitudinales, qui mettent en mouvement le piston plongé dans l'intérieur du large tube. Ce piston vibrant met lui-même en mouvement l'air intérieur, et il suffit, pour étudier les vibrations de cette colone d'air, de saupoudrer légèrement de lycopode ou de magnésie la surface intérieure du tube le plus large.

» Voici les faits principaux que l'on observe dans ces expériences :

» 1° Quelle que soit la longueur du tube d'air, il se met en vibration sous l'influence du mouvement périodique du piston, parfois difficilement, parfois facilement et avec une grande énergie. Les nœuds sont généralement marqués par des accumulations de lycopode dans la partie inférieure du tube.

» 2° Si l'on fait varier la longueur de la colonne d'air, par le déplacement du bouchon fixe, on trouve des positions d'agitation maxima et minima de cette colonne. La position qui correspond au mouvement le plus intense est celle pour laquelle la distance de deux nœuds est une partie aliquote de la longueur du tube d'air. Si la longueur du tube vaut un nombre impair de demi-distances nodales, le mouvement de l'air atteint le minimum d'intensité.

» 3° Le premier nœud est toujours au piston fixe; le dernier est à une distance variable du piston vibrant. Il se trouve aussi voisin que possible et même en coïncidence avec lui, quand le mouvement de l'air atteint son maximum d'intensité. Ce fait, qui semblait inexplicable à Kundt, est une conséquence fort simple de notre théorie.

» 4° Dans le cas où l'agitation de l'air est aussi grande que possible, le

lycopode, au lieu de se rassembler en tas vers les nœuds, y forme souvent une couronne elliptique, vide de poussière; il semble que les nœuds se transforment en ventres de vibration.

» 5° En général, deux nœuds principaux sont séparés par un grand nombre de stries nodales très-rapprochées. Leur nombre est variable suivant les tubes, suivant l'intensité du mouvement. Ces stries sont perpendiculaires à la longueur du tube, et, au moment où l'air vibre, on voit s'élever le lycopode qui les forme en lames fines équidistantes. Kundt parle à peine de ces nœuds secondaires.

Le Mémoire de Kundt (*Annales de Chimie et de Physique*) montre tout le parti qu'on peut tirer des figures nodales observées, pour la détermination de la vitesse du son dans divers corps; mais il ne donne aucune théorie des divers phénomènes que nous avons rapportés.

Je montre, dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, que cette théorie découle facilement de quelques principes établis par l'éminent et regretté Duhamel (1).

» La solution du problème de Kundt se ramène évidemment à celle du problème suivant : *L'une des extrémités d'un tuyau fermé est animée d'un mouvement périodique permanent donné dont la vitesse pendulaire est* $V = H \sin 2n\pi t$; *trouver le mouvement que prendra le gaz renfermé dans le tube.* Il peut sembler, au premier abord, que l'air ne vibrera qu'à l'unisson de la tige; le calcul montre qu'il est impossible qu'il en soit ainsi. Le mouvement de l'air intérieur est toujours la superposition du mouvement simple de la tige vibrante et des mouvements simples dont un tuyau fermé aux deux extrémités est susceptible. Les amplitudes de ces divers mouvements sont diverses aussi, et l'on voit, par les formules de l'intégrale générale, que l'un de ces mouvements secondaires atteint son maximum en même temps que le mouvement principal, en sorte qu'ils se confondent en s'ajoutant; les autres, ayant des amplitudes beaucoup plus faibles, sont insensibles.

» Si l'on étudie particulièrement les propriétés du mouvement simple synchrone avec celui de la tige, on se rend compte de toutes les particularités que présentent les nœuds. De plus, comme dans l'expérience de Melde, on voit qu'il existe un cas singulier, que l'expérience ne pourrait pas prévoir seule. Si le son n de la tige vibrante est un multiple *exact* du son n' fonda-

(1) Mémoire sur les vibrations d'un système de points matériels (*Journal de l'École Polytechnique*, 23e Cahier).

mental de la colonne d'air, l'analyse dit que la vitesse du mouvement vibratoire de cette colonne est infinie. Les formules du mouvement vibratoire devenant illusoires dans ce cas singulier, il faut en conclure que la colonne d'air ne peut pas alors vibrer à l'unisson de la tige.

» Ce qu'il y a de remarquable dans cette circonstance, c'est qu'aux points qui devraient être des nœuds il y a un mouvement semblable à celui du piston vibrant, et par suite fini et déterminé. C'est ainsi que s'explique, suivant nous, la formation des anneaux de lycopode observés par Kundt.

» Enfin le calcul nous montre que, parmi les harmoniques de la tige vibrante, il en existe toujours un qui donne lieu à un mouvement vibratoire d'une amplitude prédominante. Ce mouvement, qui se superpose au mouvement principal dû au son fondamental, donne lieu à des lignes nodales beaucoup plus rapprochées, et c'est à lui qu'il faut attribuer la présence des stries remarquables dont j'ai parlé ci-dessus.

La théorie que nous donnons des expériences de Kundt a une portée plus grande. Elle permet de se rendre compte de certaines anomalies observées dans les tuyaux sonores ordinaires, particulièrement par Masson.

» En effet, l'embouchure d'un tuyau sonore doit, ce nous semble, être envisagée comme un moyen de produire un mouvement vibratoire déterminé à l'une des extrémités du tuyau, et le tuyau comme une colonne d'air soumise à l'influence de ce mouvement vibratoire. A ce point de vue, un tuyau sonore a la plus grande analogie avec celui de l'expérience de Kundt, et les conclusions générales de nos calculs lui sont applicables.

» Si le son rendu par l'embouchure est un multiple du son fondamental de la colonne d'air, nous sommes dans le cas du maximum d'intensité pour le mouvement, et le tuyau parle avec facilité. Les divers sons de la série de Bernoulli jouissent de cette propriété; mais, d'après notre analyse, le tuyau peut émettre, quoique moins facilement, d'autres sons, non compris dans cette série, et ainsi se trouvent expliqués les résultats singuliers observés par Masson, résultats trop nombreux pour qu'on puisse les attribuer à des expériences inexactes ou mal interprétées. »

PHYSIQUE. — *Sur l'énergie magnétique*. Note de **M. A. Cazin**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Mes recherches antérieures (*Comptes rendus*, 5 juin 1871, 11 mars et 29 juillet 1872) faisant connaître la quantité de magnétisme du noyau d'un électro-aimant, j'ai pu chercher par l'expérience une relation entre

cette quantité et l'*énergie magnétique*. Il n'existe, à ma connaissance, aucune expression théorique de cette énergie. J'ai trouvé une relation très-simple, analogue à celle qui résulte, pour l'énergie électrique, des expériences de Joule et de Riess, et des principes de la Thermodynamique.

» *L'énergie magnétique d'un aimant est proportionnelle au produit de sa quantité de magnétisme par son moment magnétique, ou, ce qui est équivalent, au produit du carré de sa quantité de magnétisme par sa distance polaire.*

» Cette proposition repose sur les faits suivants :

» Lorsqu'on fait passer un courant intermittent dans le fil d'un électro-aimant, les expériences récentes de MM. Jamin et Roger ont démontré d'une manière définitive que le noyau s'échauffe. La chaleur est créée à l'interruption du circuit; elle est due à la disparition du magnétisme temporaire développé par l'influence du courant; elle est équivalente à l'*énergie magnétique* acquise par le noyau, et peut servir à la mesurer.

» Pour cela, le noyau étant renfermé dans le réservoir d'un gros thermomètre à huile de pétrole, et le réservoir étant entouré par la spirale magnétisante, j'observais la marche du niveau liquide dans la tige, pendant cinq minutes avant le passage du courant, dix minutes avec le courant intermittent, et enfin cinq minutes après la cessation du courant. On pouvait ainsi tenir compte de l'action calorifique des corps environnants, et, en divisant l'effet du courant intermittent par le nombre des intermittences, on avait l'effet calorifique d'une seule interruption; c'est cette quantité qui mesure l'*énergie magnétique*.

» Il est essentiel que le noyau atteigne son maximum d'aimantation à chaque passage du courant. On obtient ce résultat en réglant convenablement l'interrupteur, et l'on s'assure que la condition est satisfaite en suivant une méthode que j'ai donnée précédemment (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XVII, 1869).

» Pour ce qui concerne les quantités de magnétisme et les moments magnétiques, voici deux cas simples dont la vérification est plus facile que celle du cas général :

Premier cas. — J'ai montré précédemment que la position des pôles dans un électro-aimant est indépendante de l'intensité du courant : d'où il résulte que, si l'on fait varier seulement cette intensité, le moment magnétique est proportionnel à la quantité de magnétisme. En conséquence, j'ai mesuré les moments magnétiques du noyau par la méthode de Gauss, pour diverses intensités du courant, et je les ai comparés aux effets calorifiques correspondants.

» Ces effets ont été proportionnels aux carrés des moments magnétiques. Ainsi :

» *Lorsqu'on donne au noyau diverses quantités de magnétisme, les autres circonstances ne changent pas, les quantités de chaleur créées par leur disparition sont proportionnelles à leurs carrés.*

» *Second cas.* — J'ai placé dans le gros thermomètre successivement deux noyaux tubulaires, de longueurs différentes (40 centimètres et 30 centimètres environ) et de volumes égaux, afin d'avoir en expérience le même volume de liquide, et par suite des résultats comparables entre eux.

» J'avais déterminé auparavant dans quelles circonstances ces deux noyaux acquièrent des quantités égales de magnétisme; dès lors leurs moments magnétiques étaient, dans ces circonstances, proportionnels aux distances polaires. J'ai mesuré ces moments par la méthode de Gauss; ils ont été simplement proportionnels aux effets calorifiques correspondants. Ainsi :

» *Lorsqu'on change seulement la distance polaire dans le noyau, la chaleur créée par la disparition du magnétisme est proportionnelle à cette distance.*

» Appelons m la quantité de magnétisme du noyau, l la distance mutuelle de ses pôles *absolus;* la loi de la chaleur créée dans les noyaux d'électro-aimants par la cessation du courant est

$$Q = km^2 l,$$

k étant un coefficient dépendant des unités adoptées.

» On peut prendre pour unité d'*énergie magnétique* celle d'un aimant qui possède l'unité de magnétisme, et dont la distance polaire absolue est l'unité. Alors $m^2 l$ mesure l'*énergie magnétique*, k est l'*équivalent calorifique du magnétisme.* J'espère donner bientôt la valeur de ce coefficient.

» Les expériences dont je viens de donner les conclusions établissent une importante analogie entre le magnétisme et les autres forces physiques.

» Les deux facteurs de l'*énergie magnétique* seraient la quantité de magnétisme et le moment magnétique; de même qu'ils sont : pour la pesanteur, le poids et l'altitude; pour la chaleur, le poids thermique (Zeuner) et la température absolue; pour l'électricité, la quantité d'électricité et la *tension absolue* (fonction potentielle de Green). »

OPTIQUE. — *Sur la multiplicité des images oculaires et la théorie de l'accommodation.* Note de **M. F.-P. Le Roux**, présentée par M. Ed. Becquerel.

» En étudiant une autre question d'optique physiologique, j'ai été amené à faire une observation que je crois intéressante pour la théorie du mécanisme au moyen duquel l'œil humain peut s'accommoder de manière à voir distinctement des objets diversement éloignés. Cette question a été le sujet d'un grand nombre de travaux; on en trouve l'analyse très-complète dans le traité d'*Optique physiologique* de M. Helmholtz. La conclusion à laquelle arrive cet auteur, fortement motivée par la discussion de tous les travaux concernant ce sujet, et aussi de ses expériences propres, peut se résumer ainsi : l'accommodation doit se faire par un changement de forme du cristallin, et il y a lieu de rejeter toute explication fondée sur une variation de la distance à la rétine du centre optique du système réfringent de l'œil, non plus que sur un changement de courbure de la cornée.

» Cependant des observateurs myopes ont constaté que, par des compressions exercées sur le globe de l'œil, ils pouvaient reculer la distance de vision distincte. Nous citerons notamment M. Breton de Champ (1) et M. Foltz (2). M. Breton de Champ constate qu'une pression exercée avec le pouce et l'index sur les paupières supérieure et inférieure lui permettait de lire à une distance très-différente de celle où l'accommodation naturelle lui rendait possible la lecture des mêmes caractères. Il ne se prononce d'ailleurs pas sur la nature des modifications que cette pression peut apporter dans le système oculaire.

» Quant à M. Foltz, il attribue explicitement l'accommodation artificielle par pression à un changement de courbure subi par la cornée; mais on peut voir dans l'*Optique physiologique* de M. Helmholtz que l'expérience directe a prononcé en montrant que, pendant l'accommodation, la cornée ne subissait que des changements de courbure insignifiants.

» D'un autre côté, on a remarqué depuis longtemps, car cette observation remonte à Képler, que certains yeux pouvaient voir deux images, ou même davantage, d'un objet, pourvu qu'il fût d'un assez petit diamètre apparent : Képler voyait jusqu'à dix lunes. Ce phénomène constitue la *polyopie monoculaire*. Une analyse historique des travaux faits sur ce sujet

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 1161; 1856.

(2) *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 388 et 618; 1857.

a d'abord été donnée par Trouessart (1); M. Helmholtz (2) l'a résumée en la complétant. Voici l'explication de Trouessart : il existerait, en dehors des surfaces réfringentes de l'œil, une formation relativement opaque à laquelle il donne le nom de *réseau oculaire,* et dont les vides produiraient des images multiples, absolument comme de petites ouvertures, faites en nombre plus ou moins grand au volet de la chambre obscure, donnent autant d'images d'un objet éclairé placé au dehors. M. Giraud-Teulon (3), adoptant l'explication de Trouessart quant au principe physique, pense que le réseau oculaire de son prédécesseur ne serait que l'ensemble des points résultant de l'intersection deux à deux des scissures à étoiles hexagonales qui séparent normalement les fibres du cristallin. D'après ce physiologiste, ces points joueraient dans la polyopie monoculaire le même rôle que des trous d'épingle percés dans une carte placée contre l'œil, lesquels procurent la vision d'images séparées d'un petit objet lumineux.

» Il est à remarquer que M. Helmholtz paraît éviter de se prononcer sur la cause de la polyopie monoculaire; il la mentionne seulement comme l'une des nombreuses aberrations monochromatiques de l'appareil de la vision. Il dit cependant, en parlant des figures rayonnées que présentent les images polyoptiques : « J'ai pu me convaincre que, dans leurs traits les » plus essentiels, ces figures rayonnées proviennent d'inégalités du cris- » tallin (4). » M. Helmholtz a pu voir certaines lignes claires et obscures, appartenant à l'image entoptique du cristallin, se transformer dans les taches claires ou obscures et dans les lignes de figures étoilées que donne l'observation d'un point lumineux par un œil non accommodé. Th. Young avait déjà donné des dessins de cette transition.

» Quant aux explications soit de Trouessart, soit de M. Giraud-Teulon, on pourrait voir, par une discussion *à priori,* qu'elles ne sont admissibles ni l'une ni l'autre pour expliquer les véritables images polyoptiques dont il va être question; qu'on ne peut considérer ces images multiples comme résultant de l'action d'un réseau doué des qualités, d'ailleurs différentes, que suppose l'une ou l'autre de ces deux explications, qui seraient toutes deux en contradiction avec les lois de la marche des rayons lumineux;

---

(1) Trouessart, *Recherches sur quelques phénomènes de la vision;* Brest, 1854.

(2) *Optique physiologique.*

(3) Giraud-Teulon, *Comptes rendus,* t. LIV, p. 904, 1862.

(4) Helmholtz, *Optique physiologique,* p. 191.

mais les expériences directes que je vais décrire nous amènent rapidement à la véritable explication.

» D'après ce que nous venons de rappeler, on a bien constaté le fait que certains yeux non accommodés peuvent voir des images multiples d'un corps lumineux d'un petit diamètre apparent, mais on n'a pas cherché à saisir le passage successif de ces images polyoptiques à l'image unique nécessaire à la vision distincte. Or voici l'expérience que je fais : je me place dans une chambre presque complétement obscure; j'y reste quelque temps pour laisser reposer complétement mon œil (le droit, qui est myope) et permettre une plus grande dilatation de la pupille; alors je regarde une petite ouverture rectangulaire percée dans le volet de la chambre obscure, ou bien un rectangle de fil de fer se projetant sur un fond fortement lumineux. J'aperçois alors des images multiples qui sont très-séparées si l'objet visé sous-tend un angle assez petit : ces images ne manquent pas de netteté, sont irrégulièrement distribuées, différentes d'intensité; leur nombre dépend de l'ouverture de la pupille; il y en a deux ou trois beaucoup plus intenses que les autres. En exerçant sur le globe de l'œil, avec un doigt, une pression d'ailleurs très-modérée, je déforme à volonté ce système d'images; en choisissant convenablement le lieu de la pression et graduant la force de celle-ci, je puis faire en sorte que les diverses images s'alignent suivant l'une des dimensions du rectangle; avec deux doigts, je puis ramener à une coïncidence parfaite les diverses images et j'arrive à une vision assez distincte. D'ailleurs, pendant que la position des images varie, elles ne paraissent pas changer au point de vue de la netteté.

» Voilà une expérience où la vision distincte s'obtient par un genre d'accommodation qui consiste simplement à superposer les images polyoptiques. Voilà aussi des images polyoptiques qui ne sont pas dues à la présence d'un réseau oculaire tels que le concevait Trouessart; quand, en effet, par une si faible pression sur le globe de l'œil, je fais cheminer à mon gré les images polyoptiques, on ne peut supposer que cela ait lieu par la déformation du prétendu réseau oculaire, et, à plus forte raison, que la superposition des images soit due à sa destruction.

» La seule explication possible de mon cas de polyopie est donc celle-ci : le cristallin agirait comme un objectif composé de plusieurs morceaux qui n'auraient pas le même centre optique, mais qui pourraient, par des pressions convenables, subir des déplacements relatifs capables d'amener à la superposition les images qu'ils donnent individuellement. Il me paraît probable que les cloisons qui partagent le cristallin en secteurs sont, en quel-

que sorte, des plis, qui permettent le déplacement de ces secteurs sous l'influence de pressions exercées peut-être par le muscle ciliaire et aussi par les paupières. L'intervention de ces dernières dans l'accommodation ne doit pas paraître douteuse quand on remarque le trouble qu'apporte dans la vision la présence du moindre abcès au bord de la paupière et aussi le résultat que prodnit une pression convenable des doigts dans l'expérience que je viens de décrire.

» Cette opération de réduction à un foyer unique serait, en quelque sorte, la partie constante de l'accommodation, qui correspondrait aussi à la destruction d'une cause d'astigmatisme qui ne paraît pas avoir été signalée jusqu'ici; de plus, la nécessité de l'intervention d'efforts exercés par les paupières expliquerait les contorsions sans lesquelles certains yeux ne peuvent arriver à la vision distincte. En tous cas, il me semble que cette dislocation du cristallin doit être la cause la plus générale de la polyopie monoculaire, et qu'elle rend bien compte des cas d'accommodation artificielle.

» Il est à remarquer que ce genre de polyopie est d'autant plus facile à constater que la pupille est plus dilatée; aussi c'est dans une chambre presque obscure que l'opération réussit le mieux. Disons aussi qu'un verre convenable, placé devant l'œil, peut donner aux images le maximum de netteté, mais ne détruit pas la polyopie; cela prouve une fois de plus que le défaut d'accommodation pour la distance de l'objet observé n'est pas toujours la condition de la polyopie monoculaire. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'acide carbonique liquide;* Note de **M. L. Cailletet**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'acide carbonique liquide a été peu étudié jusqu'à présent, en raison des difficultés qu'on éprouve à le manier. On comprend en effet qu'un liquide qui, à la pression de l'atmosphère, bout à 78 degrés au-dessous de zéro et qui, à la température ordinaire, possède déjà une force élastique capable de produire de dangereuses explosions, se prête peu aux recherches de laboratoire. Thilorier, qui a décrit les propriétés de l'acide carbonique liquide (1), n'indique pas dans son Mémoire dans quelles conditions il a réalisé ses expériences.

» En employant l'appareil que j'ai déjà eu l'honneur de faire connaître

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LX, p. 427.

à l'Académie, à l'occasion de diverses recherches sur les pressions (1), on peut obtenir la liquéfaction de l'acide carbonique avec la plus grande facilité, et le liquide obtenu se prête, *à la température ordinaire*, à toutes les manipulations auxquelles on veut le soumettre.

» Dans mes recherches, le gaz desséché est contenu dans une sorte de thermomètre de grandes dimensions, dont le réservoir, ouvert à la partie inférieure, plonge dans le mercure que contient le tube laboratoire en acier. Au réservoir est soudé un tube en verre épais, dont la partie supérieure fait seule saillie hors de l'appareil métallique. C'est dans ce tube que vient se rassembler le gaz liquéfié, et que sont placées les substances qu'on veut faire réagir sur lui (2).

» L'acide carbonique liquide est incolore, très-mobile, il ne conduit pas l'électricité. Deux fils de platine, séparés par une couche d'acide liquéfié d'environ $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur, ne laissent pas passer le courant d'une pile de 3 éléments de Bunsen. Un galvanomètre placé dans le circuit n'est pas influencé.

» On peut faire éclater au milieu de l'acide carbonique liquide les étincelles d'une forte bobine d'induction; la lumière de ces étincelles est blanche et très-vive. Je n'ai jamais observé dans ce cas le plus léger dépôt de charbon, et le liquide ne semble pas décomposé.

» J'ai fait un grand nombre d'expériences pour déterminer le coefficient de compressibilité de l'acide carbonique liquéfié; les nombres que j'ai obtenus ne sont pas constants, et cela provient sans doute de la présence dans l'acide carbonique d'une petite quantité de gaz non condensable que je n'ai pu éviter.

» L'analogie qui existe entre l'eau et l'acide carbonique m'a engagé à rechercher si ce gaz, lorsqu'il est liquéfié, n'agit pas sur les sels que l'eau peut dissoudre. J'ai constaté, contrairement à mes prévisions, que l'acide carbonique ne dissout ni le sel marin, ni le sulfate de soude, ni le chlorure de calcium; que, mis en contact avec le carbonate de potasse, il y a formation de bicarbonate, qui reste insoluble dans le liquide non absorbé.

» Le carbonate de chaux sous forme spathique, ou la craie desséchée,

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1131.

(2) Pour se mettre à l'abri de tout danger, on doit observer en interposant un écran formé d'une glace épaisse; car le verre à vitres ne résisterait pas aux éclats du tube, ainsi que j'ai eu l'occasion de le constater dans le cours de mes recherches.

n'est pas attaqué par l'acide carbonique liquide, même après une heure de contact, sous des pressions variant de 40 à 130 atmosphères.

» Le soufre, le phosphore sont insolubles dans l'acide liquéfié. L'iode s'y dissout en petite quantité, en communiquant au liquide une coloration violet pâle. La nuance obtenue est semblable à celle que donnent, à 10 centimètres cubes de sulfure de carbone, 5 milligrammes d'iode. L'eau ne dissout pas une grande quantité d'acide carbonique, l'excès du gaz liquéfié vient surnager.

» L'huile de pétrole dissout 5 ou 6 volumes d'acide liquide; les premières quantités condensées produisent, en se dissolvant, de nombreuses stries, ainsi que cela se voit lorsqu'on mélange deux liquides de densité différente. En opérant sur une petite quantité d'huile, la saturation a bientôt lieu, et l'excès d'acide carbonique flotte sur l'huile en présentant un plan net de séparation. Si l'on diminue alors la pression, l'acide carbonique se résout brusquement en gaz, et ce n'est que lorsqu'il a complétement disparu et que la pression s'est sensiblement abaissée, que l'huile abandonne, en bouillonnant, la quantité d'acide dissous. Le sulfure de carbone ne se mélange qu'en faible proportion avec l'acide carbonique.

» L'éther sulfurique absorbe des quantités considérables d'acide carbonique, peut-être même la dissolution a-t-elle lieu en toutes proportions. Vers 20 atmosphères, bien au-dessous du point où commence la liquéfaction, le gaz a complétement disparu et, pendant la dissolution, on observe les stries que j'ai décrites.

» Les huiles grasses se dissolvent en petite quantité dans l'acide carbonique. Le suif, dans ces conditions, blanchit à la surface en perdant les liquides gras qu'il contient.

» La stéarine, la paraffine sont insolubles dans l'acide carbonique. J'ai cherché à réduire l'acide carbonique liquide au moyen de l'amalgame de sodium; aucune action vive ne se produisant, j'ai tenté l'action directe du métal. Après un contact de plus d'une heure, le sodium s'était seulement recouvert d'une légère couche de bicarbonate.

« J'ai pu m'assurer que l'oxydation ne provenait que d'une faible quantité d'humidité et non de la décomposition de l'acide carbonique; car je n'ai trouvé ni charbon, ni oxyde de carbone, mais seulement une petite quantité d'hydrogène. Telles sont les principales propriétés de ce singulier liquide.

» Plusieurs des faits que j'ai observés sont en contradiction avec ceux que Thilorier a rapportés dans son Mémoire. En raison de cette divergence,

j'ai dû reprendre et varier mes recherches, et je crois, après les nombreuses expériences que j'ai faites, pouvoir garantir l'exactitude des résultats que j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouvel amalgame d'argent de Konsberg, en Norvége.* Note de M. F. PISANI, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« On connaît jusqu'à présent deux amalgames d'argent, dont l'un, le plus anciennement connu, porte le nom d'*Amalgame*, et l'autre celui d'*Arquérite*. L'amalgame, ou mercure argental de Haüy, a été trouvé à Moschel-Landsberg et autres localités dans le Palatinat; à Szlana, en Hongrie; à Almaden, en Espagne. On prétend l'avoir trouvé également à Allemont (Isère); à Sabla, en Suède; dans les monts Altaï, en Sibérie. L'amalgame de Moschel-Landsberg, localité qui a fourni les plus beaux cristaux des collections, a été analysé par Klaproth, qui l'a trouvé composé : argent = 36,0, mercure = 64; formule $AgHg^2$. Une autre variété du Palatinat a donné à Cordier : argent = 27,5, mercure = 72,5; formule $AgHg^3$. L'arquérite, trouvée à Arquéros, Chili, a été analysée par M. Domeyko, qui l'a trouvée composée de : argent = 86,49, mercure = 13,51.

» J'ai reçu dernièrement de la mine d'argent de Konsberg, en Norvége, deux échantillons d'argent natif cristallisé, extraits en 1871. L'un de ces échantillons est en gros cubes, de 1 centimètre environ, fortement tronqués par les faces octaédriques, dont quelques-unes ont pris une très-grande extension. Sa couleur est d'un blanc mat. L'autre échantillon est en cristaux moins gros et moins nets, ramuleux, d'un jaune de laiton, par suite d'une irisation superficielle (1).

» Ces deux échantillons d'argent donnant un peu de mercure dans le matras, il m'a paru intéressant d'en faire l'analyse, et voici les résultats auxquels je suis parvenu et que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Le morceau en gros cristaux d'un blanc mat m'a donné comme moyenne de deux analyses les nombres suivants :

Argent....... = 95,26 Mercure....... = 4,74

» L'échantillon en cristaux jaunâtres a donné (moyenne de deux analyses)

Argent....... = 94,94 Mercure....... = 5,06

(1) Ces deux morceaux se trouvent actuellement dans la collection de M. H. de Laurencel.

» En prenant la moyenne des résultats fournis par ces deux échantillons, on arrive aux nombres suivants :

Argent....... = 95,10 Mercure....... = 4,90

ce qui correspond à la formule $Ag^{18}Hg$.

» Le calcul donne en effet pour cette formule

18 Ag..........	= 1944	= 95,11
Hg..........	= 100	= 4,89
	2044	100,00

» Ces essais ont été faits en chauffant l'amalgame avec du borax et pesant le culot d'argent qui en résulte.

» En présence d'un pareil résultat, j'ai examiné un échantillon d'argent natif de Konsberg, cristallisé également en cube octaèdre, qui se trouvait depuis longtemps dans ma collection. Cet argent m'a donné du mercure dans le matras, mais en quantité bien plus grande. Je l'ai alors analysé par le même procédé, et voici les nombres que j'ai obtenus :

Argent....... = 86,3 Mercure....... = 13,7

ce qui correspond à la formule Ag^6Hg, qui est celle de l'arquérite.

» Il y aurait donc à Konsberg deux amalgames d'argent, l'un correspondant à l'arquérite du Chili, et l'autre contenant beaucoup moins de mercure. Si la composition de cette dernière variété n'est pas accidentelle, et qu'on la retrouve dans d'autres échantillons de Konsberg ou d'une autre localité, cet amalgame pourrait bien constituer une espèce nouvelle. Dans ce cas, je proposerai de lui donner le nom de *Konsbergite*, du nom de la mine où il a été trouvé. Cependant, comme la quantité de mercure est si petite et la formule si peu en rapport avec celles des autres combinaisons métalliques binaires, formant de véritables espèces minérales, je serais plutôt porté à considérer, avec quelques auteurs, les amalgames d'argent comme de simples alliages qui peuvent se faire en toutes proportions par suite du mélange de ces deux métaux isomorphes. Aussi, de même que je viens de signaler une nouvelle variété d'amalgame d'argent dans ces échantillons de Konsberg, il est assez probable qu'en analysant les amalgames des autres localités moins connues, ou en essayant divers argents natifs, on arrivera à trouver encore d'autres proportions dans l'alliage de ces deux métaux. Je me propose d'ailleurs d'examiner particulièrement plusieurs des argents de Konsberg, cette localité m'ayant déjà donné les deux amalgames qui font l'objet de cette Communication. »

CHIMIE. — *De l'action de l'acide sulfureux sur les sulfures insolubles récemment précipités.* Note de **M. Aug. Guerout**, présentée par M. Becquerel.

« M. Langlois a montré que l'acide sulfureux, en réagissant sur les monosulfures alcalins solubles, produit des hyposulfites. Dans le but de déterminer si les sulfures métalliques insolubles et récemment précipités donneraient une réaction analogue, nous avons soumis ces sulfures en suspension dans l'eau pure au traitement par un courant ou une solution concentrée d'acide sulfureux. En opérant avec les principaux sulfures métalliques, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

» Les sulfures de cuivre, d'argent, d'or, de platine, de mercure ne sont aucunement attaqués par l'acide sulfureux.

» Les sulfures de manganèse, de zinc, de fer sont très-solubles ; ceux de cobalt et de nickel, de cadmium et de bismuth, d'étain, d'arsenic et d'antimoine ne sont que peu solubles dans l'acide sulfureux. Dans tous ces cas, il se forme des hyposulfites, il se dégage des quantités variables d'hydrogène sulfuré et il se dépose du soufre. Quand on opère à l'abri du contact de l'air, il ne se produit pas d'acide sulfurique.

» Enfin, dans le cas du sulfure de plomb, il ne se forme qu'une très-faible quantité d'hyposulfite; mais il se produit une grande quantité de sulfite, il se dépose du soufre et il se dégage de l'hydrogène sulfuré en quantité notable; ce sulfure est complétement attaqué.

» Si l'on ne tenait pas compte du dégagement d'hydrogène sulfuré qui, dans certains cas, est excessivement minime, la réaction générale pourrait aisément s'exprimer par la formule

$$2MS + 3SO^2 = 2(MS^2O^4) + S.$$

» Mais il y a des cas où le dégagement d'hydrogène sulfuré n'est nullement négligeable, et la formule précédente n'en rend pas compte. On ne saurait non plus l'expliquer par une réaction secondaire entre l'eau et le soufre à l'état naissant

$$4S + 4H^2O = H^2SO^4 + 3H^2S,$$

puisqu'il ne se forme pas d'acide sulfurique. Il est donc plus rationnel d'admettre, comme l'a supposé M. Langlois, à propos du sulfure de strontium, qu'il se forme d'abord du sulfite et de l'hydrogène sulfuré

$$MS + SO^2 + H^2O = MSO^3 + H^2S.$$

En présence d'un excès d'acide sulfureux, cet hydrogène sulfuré serait dé-

composé, et il se produirait de l'eau et du soufre

$$2H^2S + SO^2 = 2H^2O + 3S;$$

enfin une partie de ce soufre se combinerait au sulfite pour former de l'hyposulfite

$$3S + MSO^3 = MS^2O^3 + 2S.$$

Cette manière de voir n'était qu'une hypothèse de la part de M. Langlois; l'expérience suivante, facile à faire avec le sulfure de manganèse, nous semble démontrer que les choses se passent ainsi. Si l'on met du sulfure de manganèse en suspension dans de l'eau et qu'on y fasse tomber, très-lentement et goutte à goutte, une solution étendue d'acide sulfureux, en ayant soin d'agiter constamment, l'acide sulfureux, en arrivant, se trouvera toujours en présence d'un excès de sulfure, et, s'il est vrai que la réaction ait lieu comme nous venons de le dire, une certaine quantité d'hydrogène sulfuré devra échapper à l'action de l'acide sulfureux, et, par suite, une certaine quantité de sulfite devra rester sans se convertir en hyposulfite. C'est, en effet, ce qui a lieu : le dégagement d'hydrogène sulfuré est beaucoup plus abondant, et après l'opération on retrouve du sulfite de manganèse mélangé au dépôt de soufre.

» La manière dont la réaction se passe avec le sulfure de plomb vient encore confirmer ce résultat. Le produit principal de cette réaction est du sulfite de plomb; or, tandis que les sulfites des autres métaux sont plus ou moins solubles dans l'eau ou la solution d'acide sulfureux, le sulfite de plomb est insoluble dans ces deux corps; il a donc moins de facilité à se combiner avec le soufre à l'état naissant, et la formation de ce sulfite, en grande quantité, s'explique tout naturellement dès que l'on admet la formation préalable de sulfites, donnant ensuite naissance à des hyposulfites.

» En résumé, lorsqu'un sulfure est attaqué par l'acide sulfureux, il y a formation d'hyposulfite, mais cet hyposulfite est le résultat de trois réactions successives : 1° formation de sulfite et d'hydrogène sulfuré; 2° décomposition de l'hydrogène sulfuré et de l'acide sulfureux en soufre et en eau ; 3° combinaison du soufre naissant avec le sulfite.

» Ce travail a été fait au Laboratoire de recherches de M. Fremy, et nous saisissons cette occasion de remercier ici notre savant professeur du bienveillant appui qu'il ne cesse de nous prêter dans le cours de nos expériences. »

ZOOLOGIE. — *Sur la distribution géographique des* Percina (*première section des Percoïdes*). Note de **M. Léon Vaillant**, présentée par M. Blanchard.

« Un des sujets les plus importants aujourd'hui de l'histoire des animaux est certainement l'étude de ces êtres dans leur distribution à la surface du globe : la géographie zoologique. L'intérêt qui s'attache à la connaissance de l'extension variée des différentes espèces, l'équilibre, en quelque sorte, résultant de l'équivalence de certains types entre les faunes de diverses contrées, sont des notions d'une grande valeur, qui doivent être sans aucun doute d'un puissant secours au point de vue taxonomique pour nous apprendre, d'une part, ce qu'on doit penser de l'espèce légitimement établie, base première, peut-être unique, de la classification, et, d'autre part, l'importance que méritent d'obtenir dans les groupements supérieurs tels ou tels caractères, ceux-ci étant loin, comme l'expérience le démontre, d'avoir toujours la même valeur pour les différentes divisions. Dans les travaux relatifs à la classification des collections ichthyologiques du Muséum, dont M. le professeur Blanchard a bien voulu me confier le soin, je me suis proposé d'étudier ces questions, j'exposerai brièvement à l'Académie les résultats que m'a fournis l'examen d'une section des Percoïdes comprenant les types les plus rapprochés de la Perche commune.

» Ce groupe dans son ensemble est très-naturel; à peine y remarque-t-on quelques types aberrants, présentant d'ailleurs les caractères fondamentaux : tels sont les genres *Etelis*, *Enoplosus;* au reste, la meilleure preuve qu'on puisse peut-être en donner, c'est que depuis les travaux de Cuvier, qui le premier l'a établi comme simple section de cette famille, il a été adopté sans modification importante par tous les auteurs, et dans des travaux spéciaux de trois naturalistes dont on ne peut récuser la compétence sur cette matière, MM. Günther, Canestrini, Gill, travaux ayant paru presqu'à la même époque (1859 à 1861) sous le nom de *Percina*, *Percini* ou *Percinæ*, les mêmes genres à peu près se trouvent réunis.

» Parmi les espèces qui entrent dans cette section existent des êtres variés comme *habitat*, les uns des eaux douces, c'est le plus grand nombre, d'autres plutôt marins; toutefois, parmi ceux-ci, la plupart se rencontrent assez souvent près des côtes et à l'embouchure des grands fleuves. Nous y trouvons aussi, au point de vue de l'aire d'extension, les oppositions les plus grandes, fait au premier abord assez étrange, mais dont les poissons ne sont pas seuls à présenter des exemples; c'est parmi ceux qui habitent exclusivement les eaux douces que se voient les espèces les moins limitées, ce

que la théorie ne semblerait pas indiquer au premier abord, les conditions d'existence paraissant plus semblables et les facilités de diffusion plus grandes dans les eaux marines. C'est ainsi que la *Perca fluviatilis*, connue dans toute l'Europe, franchit l'Oural et se trouve dans toute la Sibérie; une autre espèce d'un genre voisin, l'*Acerina cernua*, est dans le même cas. L'immense chaîne de l'Altaï qui, depuis le cap oriental, à travers la haute Asie, rejoint l'Oural, séparant les eaux tributaires de l'océan Glacial de celles qui descendent vers l'océan Pacifique, marque la limite de cette remarquable espèce, et dans toute cette étendue elle conserve absolument les mêmes caractères : les types déposés autrefois dans les galeries du Muséum par Humboldt et Ehrenberg le prouvent avec la plus grande évidence. Dans les parties de l'ancien continent, placées au sud de cette ligne de faîte, nous trouvons des espèces équivalentes se rapportant, pour ce qui est de la partie orientale, à un genre assez différent par certains détails notables, comme la disposition et même la forme des écailles, les *Siniperca*, dont deux espèces peuplent en abondance les cours d'eau de la Chine. Dans les Indes et en Afrique, ce sont les *Lates calcarifer* et *Lates niloticus*, espèces voisines l'une de l'autre et rappelant de très-près le type des Perches proprement dites; la première est restreinte à l'Indoustan et à l'Indo-Chine; quant à la seconde, rencontrée dans le Nil et le Sénégal, elle doit sur cette vaste étendue jouer le rôle de la *Perca fluviatilis* du Nord. Dans l'Amérique septentrionale, l'espèce équivalente, la *Perca flavescens*, est si voisine du type européen que certains auteurs ont cru pouvoir la regarder comme n'en étant qu'une simple variété; elle existe aussi sur presque tout le continent, sauf la partie sud; on la trouve depuis le Texas jusqu'aux fleuves qui se jettent dans la baie d'Hudson. Au Mexique, elle est remplacée, comme les Perches en Afrique et aux Indes, par les *Lates*, par le genre *Centropomus*, dont les espèces, devenues nombreuses dans ces dernières années, grâce aux actives recherches de M. Bocourt, seront bientôt publiées dans le travail sur l'expédition du Mexique dont nous préparons la partie ichthyologique avec ce zélé voyageur. Ce genre Centropome, comme le genre Latès de l'ancien monde, ne remonte pas au delà du tropique.

» On a depuis longtemps mentionné encore comme espèces équivalentes les *Lucioperca sandra* et *L. Volgensis* de l'Europe et le *L. americana*, du nouveau continent; leur aire d'extension, tout en étant moindre que celle des espèces précédentes, est encore assez étendue; mais à côté s'en trouvent de voisines qui sont au contraire cantonnées dans des limites très-étroites : telles sont les Aprons, les *Percarina* pour l'Europe; quelques espèces

de Perches proprement dites, le *Huro*, pour l'Amérique du Nord, et aussi dans cette dernière quelques-uns de ces genres singuliers réunis par M. Agassiz sous la dénomination d'*Etheostomatidæ*, dont les relations avec les Percoïdes et, pour certains genres, les rapprochements à établir avec les Aprons en particulier ne me paraissent laisser aucun doute; j'espère pouvoir bientôt traiter ce point plus au long, l'étude de ces petits poissons d'eau douce étant en ce moment l'objet d'un travail spécial.

» Les espèces marines se prêtent à des rapprochements analogues. Elles se trouvent également sur d'assez grands espaces; c'est ainsi que les *Labrax lupus* et *L. punctatus*, répandus dans la Méditerranée, remontent dans toutes les mers occidentales de l'Europe; la seconde espèce descend même jusqu'au Sénégal, d'après un exemplaire de la collection du Muséum confirmé par les recherches de M. Steindachner. Les *Labrax americanus* et *L. lineatus* se trouvent leur répondre sur la côte est de l'Amérique septentrionale; enfin dans les mers de Chine le genre *Percalabrax* vient remplacer les *Labrax*, par rapport aux Perches proprement dites, en face des *Siniperca*, en offrant avec celles-ci certaines correspondances organiques, surtout pour la disposition des écailles. J'ai le regret de n'avoir pu examiner sur nature les genres *Cnidon* et *Niphon* des mêmes mers. Comme les Perches, les Labrax se rencontrent surtout en deçà des tropiques; la seule exception bien tranchée serait le *Labrax Waigiensis;* malheureusement cet animal n'est représenté dans nos collections que par l'unique individu rapporté par Lesson et Garnot. A-t-il été trouvé dans sa station normale? C'est un fait à examiner, car les exemplaires cités par M. Günther sous ce nom habiteraient beaucoup plus bas, sur les côtes sud-est de la Nouvelle-Hollande.

» Une autre considération qui résulte de l'étude de ces *Percina* au point de vue de la distribution géographique, c'est leur absence à peu près complète dans l'hémisphère austral : à peine trouve-t-on au Chili quelques-unes de ces Perches, dont les auteurs américains ont fait le genre *Percichthys*, dernier fait qui peut trouver son explication dans l'extension connue des zones tempérées sur la partie ouest de l'Amérique du Sud. Quant à l'Océanie, elle ne présente, outre le Labrax cité plus haut, que le genre tout à fait aberrant *Enoplosus* sur les côtes de la Nouvelle-Hollande. Ces espèces de l'hémisphère austral se trouvent également au delà du tropique, ce qui conduit à admettre que ces *Percina* sont surtout des Poissons des zones tempérées ou froides et des grandes terres avec les mers qui les baignent.

» En résumé, ces remarques me paraissent conduire aux conclusions

suivantes, importantes surtout en ce que, ayant des analogues dans d'autres groupes, elles acquièrent plus de valeur par leur généralisation.

» 1° Les espèces des eaux douces peuvent, chez les *Percina*, avoir une aire d'extension géographique beaucoup plus considérable que les espèces marines correspondantes.

» 2° Les *Perca* et les *Labrax*, les *Siniperca* et les *Percalabrax* sont extratropicaux et appartiennent surtout à l'hémisphère boréal; ils sont remplacés entre les tropiques par les *Lates* et les *Centropomus*. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une dent d'*Elephas primigenius, *trouvée par M. Pinard dans l'Alaska.* Note de **M. A. Gaudry**, présentée par M. de Quatrefages.

« Parmi les pièces de l'importante collection rapportée de l'Alaska par M. Pinard, on remarque une dent d'éléphant fossile, qui a été trouvée sur les bords de la rivière Kouitchak, près du lac Iliamna (baie de Bristol), au 59e degré de latitude et au 156°,41′ de longitude ouest de Paris. M. Pinard a vu dans le même lieu des défenses et une cinquantaine de molaires d'éléphant; la difficulté des transports ne lui a point permis de s'en charger. Il paraît que chaque année, à l'époque de la fonte des neiges, les terrains des rives du Kouitchak sont minés par les eaux, et s'éboulent en laissant à découvert des ossements nombreux.

» La dent qui a été recueillie est une sixième molaire supérieure droite d'un *Elephas primigenius* de taille moyenne. Elle est dans un tel état de conservation, qu'on hésiterait à la croire fossile si elle n'appartenait pas à une espèce éteinte. Il faut supposer, ou bien qu'elle provient d'un animal d'une date peu ancienne, ou bien que les terrains dont elle a été détachée sont restés glacés depuis son enfouissement. M. Auguste Terreil a bien voulu déterminer la quantité de matière organique qu'elle contient. Les fragments qu'il a analysés ont noirci au feu et se sont enflammés, absolument comme des morceaux d'une dent fraîche, en répandant l'odeur caractéristique des os brûlés. Une portion de la racine a offert à M. Terreil la composition suivante :

Matières minérales	64,05
Matière organique	23,97
Eau	11,98
	100,00

Un fragment de lame, avec l'émail et un peu de cément, a donné à l'analyse 22,59 de matière organique et d'eau sur 100 parties.

» La dent trouvée par M. Pinard comprend 23 lames, quoique sa partie antérieure ait été déjà entamée par l'usure ; sa surface triturante en exercice a 17 lames sur une longueur de $0^m,167$. Suivant M. Lartet, une molaire d'*Elephas primigenius* doit avoir 20 à 23 lames sur une longueur de $0^m,24$ de surface triturante. En établissant une proportion pour la dent rapportée par M. Pinard, on trouverait un chiffre de 24 lames pour une longueur de $0^m,24$, soit 1 centimètre pour chaque lame et la partie adhérente de cément. Non-seulement les lames sont très-étroites et serrées, mais leur émail est mince. On peut donc dire que la dent de l'Alaska offre un type très-accentué de l'*Elephas primigenius*. Le Révérend Buckland et, plus récemment, sir John Richardson ont décrit des molaires d'éléphant qui ont été recueillies dans la baie d'Escholtz et sont de même remarquables par leurs lames minces et nombreuses.

» La molaire de l'Alaska a une parfaite ressemblance avec les dents d'*Elephas primigenius*, qui ont été trouvées en Sibérie, en Europe et notamment aux environs de Paris ; les défenses que M. Pinard a vues dans l'Alaska étaient fortement courbées comme celles de Sibérie. On observe aussi une extrême ressemblance entre l'*Elephas americanus* de l'Amérique septentrionale (Columbi, Texianus, Jacksoni) et l'*Elephas antiquus* du drift de Paris. Il y a d'étroits liens entre le *Mastodon americanus* et le *Mastodon turicensis* des terrains miocène et pliocène d'Europe. Si l'on réfléchit qu'à côté de ces affinités des proboscidiens des affinités non moins grandes existent entre les Bisons, les Ovibos, les Rennes, les *Cervus canadensis* de l'Europe et de l'Amérique du Nord, on est bien disposé à croire qu'il y a eu autrefois une communication entre l'ancien et le nouveau continent. Il est probable que cette communication a déjà existé dans les premiers temps de la période miocène ; car les mammifères miocènes de la France ont les analogies les plus frappantes avec les fossiles du Nébraska, qui ont été figurés par M. Leidy, sous les noms d'*Amphicyon, Canis, Pseudælurus, Dinictis, Machærodus, Hyænodon, Entelodon, Perchærus, Hyopotamus, Anchitherium, Rhinoceros, Titanotherium*, etc. Les travaux des botanistes ont révélé des affinités non moins marquées entre les plantes du miocène d'Europe et celles de l'Amérique septentrionale. »

M. **Élie de Beaumont** fait observer que le gisement d'*Elephas primigenius*, avec gélatine des os conservée, ajoute un terme nouveau à la série des gisements du même genre déjà signalés, tant en Amérique qu'en Asie, sur les côtes de la mer Glaciale (Escholtz-Bay et embouchures des grands fleuves sibériens). Le gisement de la presqu'île Alaska a cela de particulièrement

remarquable que, étant situé par 59 degrés de latitude, il est à plus de 10 degrés au midi des autres, qui se trouvent pour la plupart au delà du 70e parallèle ou dans son voisinage. Il est même plus méridional que l'Islande, où une dent d'Éléphant fossile a été trouvée. Le tout forme un ensemble de plus en plus imposant.

MÉDECINE. — *Sur l'élévation de la température centrale chez les malades atteints de pleurésie aiguë, auxquels on vient de pratiquer la thoracocentèse;* Note de M. A. Laboulbène, présentée par M. Ch. Robin.

« L'étude de la température dans les maladies a fait, dans ces derniers temps, des progrès considérables; mais il reste encore beaucoup à apprendre sur ce sujet important.

» Voulant connaître l'influence produite par la soustraction du liquide épanché dans la plèvre, sur la température des malades atteints de pleurésie aiguë, j'ai placé un thermomètre dans la cavité rectale avant et aussitôt après avoir pratiqué la thoracocentèse. Je me suis assuré, de la sorte, que la température prise avec le même instrument marquait constamment, après l'opération, une élévation de plusieurs dixièmes de degré centigrade.

» On pourra en juger par les chiffres suivants :

» 1er *fait.* — Homme; liquide retiré clair, citrin et fibrineux....... 2605 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,4
» après la thoracocentèse...... 38,6

» 2e *fait.* — Homme; liquide jaune foncé un peu trouble, fibrineux... 2000 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,6
» après la thoracocentèse...... 38,9

» 3e *fait.* — Homme; liquide un peu trouble, jaunâtre, mais avec une teinte rosée, légèrement sanguinolent.............................. 1050 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,4
» après la thoracocentèse...... 38,7

» 4e *fait.* — Homme; liquide clair, citrin et fibrineux............. 880 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,4
» après la thoracocentèse...... 38,6

» 5e *fait.* — Homme; liquide parfaitement clair, d'un jaune ambré... 1830 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,6
» après la thoracocentèse...... 38,8

» 6e *fait.* — Homme; liquide clair, un peu verdâtre, fibrineux...... 1360 grammes.
Température rectale avant la thoracocentèse...... 38,6
» après la thoracocentèse...... 38,8

» Pour se rendre compte de l'élévation constante de la température (2 à

3 dixièmes de degré centigrade) que j'ai constatée chez les malades auxquels j'ai retiré de la sérosité pleurale, il faut apprécier l'état dans lequel se trouvaient les organes respiratoires avant et après l'opération.

» Chez tous les malades, le poumon refoulé par l'épanchement pleural ne fonctionnait que peu ou point, par suite de la compression à laquelle il était soumis. Aussitôt après l'évacuation du liquide, l'air pénétrait dans les vésicules pulmonaires, ainsi que le démontraient l'apparition de la matité à la percussion, le retour des vibrations thoraciques et la perception du murmure respiratoire à l'auscultation.

» Or, les conditions organiques étant changées dans le poumon par l'enlèvement du liquide pleural, la respiration devient ample dans les points où elle existait à peine ou point du tout. Aussi les actions moléculaires, qui ne se produisaient point dans le poumon comprimé, peuvent avoir lieu de nouveau dès que l'afflux sanguin pulmonaire se rapproche de ce qu'il est dans l'état normal. Ces conditions nouvelles suffisent pour expliquer l'élévation de la température centrale.

» Je dois dire, relativement à la température prise dans l'aisselle, qu'elle est ordinairement plus basse après qu'avant la thoracocentèse ; mais ce fait n'a rien d'extraordinaire, puisqu'il faut découvrir le malade, dont la cavité axillaire se refroidit pendant l'opération.

» En terminant cette Note, j'ajouterai qu'on ne doit pas tenir compte de la chaleur du liquide pleurétique enlevé. Cette chaleur ne peut influencer la température centrale, puisque le liquide épanché dans la plèvre ne participe point aux échanges organiques de nutrition qui produisent l'élévation ordinaire de la température. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations relatives à quelques Communications faites récemment par M.* Pasteur, *et notamment à ce sujet : « La levûre qui fait le vin vient de l'extérieur des grains de raisin » ; par* **M. A. Béchamp.**

« Il y a une dizaine d'années, on admettait que l'intervention de l'air était nécessaire pour que la fermentation vineuse débutât. Les uns croyaient, avec Gay-Lussac et M. Liebig, que c'était parce qu'il déterminait, par son oxygène, une modification de la matière albuminoïde du moût d'où naissait le ferment; les autres, parce qu'il apportait dans le moût les germes nécessaires au développement de ce ferment.

» Dans le courant de 1862, tandis que je poursuivais mes recherches sur les moisissures et leur fonction comme ferment, j'en vins à exposer au con-

tact de l'air, au même moment et au même lieu, du moût de raisin décoloré par le noir animal, simplement filtré et non filtré. Les trois préparations entrèrent en fermentation, mais dans un ordre inverse à l'énumération qui précède. De plus, les moisissures ou ferments développés ne se trouvèrent pas être identiquement les mêmes dans les trois expériences. Le milieu chimique étant le même, pourquoi n'a-t-il pas agi de la même façon dans les trois moûts?

» Pour résoudre la question, j'ai institué les expériences que j'ai publiées en 1864. Des raisins entiers, sains, munis de leurs pédoncules, ont été introduits, à la vigne même, dans de l'eau sucrée bouillie, refroidie dans un courant d'acide carbonique, et tandis que le gaz y barbotait encore. La fermentation s'établit et s'acheva dans ce milieu ainsi soustrait pendant toute sa durée à l'action de l'air. Enfin j'ai montré que les globules de ferment, développés dans le milieu fermenté, étaient les mêmes, sauf des nuances, que ceux que je découvrais directement dans les raisins. On trouvera la question complétement traitée aux *Comptes rendus* (1864, t. LIX, p. 626).

» J'ai conclu de ces recherches que l'air, par son oxygène ou par ses germes, *n'est pour rien* dans la naissance du ferment, et que le raisin apporte avec lui tout ce qu'il faut pour que la fermentation s'accomplisse dans toute sa plénitude. Je ne veux pas en dire davantage aujourd'hui; je reviendrai prochainement sur ce sujet; j'ai seulement voulu montrer que j'avais bien observé en 1864, et que, dès cette époque, je savais à quoi m'en tenir sur la part qu'il faut faire aux *germes* de l'air (1). M. Pasteur a dé-

---

(1) Je me hâte d'ajouter que les mêmes expériences réussissent lorsque les raisins sont introduits dans le moût filtré, chauffé et créosoté, selon la méthode que j'utilise depuis plus de quinze ans. A ce propos, je supplie l'Académie de me permettre de lui rappeler la fin d'une Note que j'ai eu l'honneur de lui présenter le 26 février de cette année « *sur la nature essentielle des corpuscules organisés de l'atmosphère et sur la part qui leur revient dans les phénomènes de fermentation,* » fin qui n'a pas pu trouver place au *Compte rendu* de la séance, à cause de sa longueur. La reproduction de cette fin est devenue nécessaire. Je prie l'Académie de me permettre de la lui représenter. Elle faisait suite à ces mots de la page 633 du tome LXXIV des *Comptes rendus :* « En voici deux autres qui les contrôlent : »

Le 21 juillet 1870, mis en expérience, au même moment, dans le même lieu que les deux précédentes, et avec les mêmes soins :

C. Empois fait avec 16 grammes de fécule et bouillon de levûre créosoté (50^{gr} de levûre, 400^{cc} d'eau), 250 centimètres cubes, carbonate de chaux pur 25 grammes.

D. Empois de 16 grammes de fécule avec la moitié du bouillon de levûre précédent, 250 centimètres cubes; craie de Sens, du même bloc que ci-dessus, 60 grammes.

Le carbonate de chaux était remué à l'air, pendant que l'on pulvérisait la craie avec les

couvert ce qui était connu; il a simplement confirmé mon travail; en 1872, il arrive à la conclusion à laquelle j'étais arrivé huit ans auparavant, savoir :

---

précautions accoutumées. Les deux ballons, fermés par un papier entourant le goulot, sont placés à l'étuve. Le 3 août, C n'est pas fluidifié; dans le mélange, rares granulations moléculaires isolées; D est en partie fluidifié : il y a de superbes bactéries de toutes dimensions. Laissé à l'étuve jusqu'au 1er septembre 1870. Ce jour, examiné de nouveau, et mis fin.

C, l'empois est fluidifié; pas de bactéries; il n'y a pas plus de granulations moléculaires que le 3 août; filtré; la liqueur se colore par l'acide comme un mélange de dextrine et de fécule soluble, c'est-à-dire en rouge violacé, et ne précipite point par l'acide oxalique, c'est-à-dire pas de chaux dissoute et pas d'acides formés.

D, le nombre des *microzymas* a beaucoup diminué; une foule de bactéries les ont remplacés. La liqueur filtrée précipite abondamment par l'acide oxalique, et se colore seulement en jaune par l'iode. La nouvelle liqueur distillée fournit : acide acétique et butyrique, et un résidu fixe composé surtout d'acide lactique.

Le rôle des granulations moléculaires, des germes, comme on dit, de l'atmosphère, est considérable, cela n'est pas douteux. Les expériences que je viens de rapporter me semblent prouver que ces prétendus germes sont surtout des *microzymas* dont on peut rendre l'influence aussi petite que l'on veut. Il ne faut donc pas leur accorder une importance exagérée, qui devient, en quelque sorte, superstitieuse quand on veut leur faire tout expliquer en matière de fermentations. Ainsi l'on admet qu'ils pénètrent même à travers des parois compactes, et que le contact instantané d'un petit volume d'air peut être la cause, dans tous les cas où une action de fermentation se manifeste, de transformations chimiques puissantes et de l'apparition possible d'une foule d'organismes divers. Admettons, pour un moment, l'hypothèse et voyons-en les conséquences. M. Dumas a démontré que, à Paris, un homme qui fait seize inspirations par minute fait pénétrer dans ses poumons près de 8 mètres cubes d'air par vingt-quatre heures. Puisqu'on admet que les germes ou *microzymas* de l'air pénètrent si facilement partout et qu'ils sont si aisément retenus par les infusions, je demande expressément pourquoi l'on n'admet pas qu'ils soient retenus également par toute la surface des voies respiratoires et de cette vaste nappe humide ou sanguine, que le poumon supposé étalé en surface représente, et n'y pénètrent pas. Sans doute on est forcé de le nier, car sans cela, en poussant un peu les conséquences, tous les actes chimiques de l'organisme, si semblables aux actes de fermentation, pourraient être attribués aux germes de l'atmosphère! J'admets, au contraire, qu'ils y pénètrent en tant que *microzymas*, et je démontrerai, je l'espère, qu'ils ne sont presque pour rien dans les manifestations chimiques que nous y observons. Quoi qu'il en soit, on vient de voir qu'on peut réduire leur influence à rien. Ce sont ces expériences préliminaires qui nous ont permis, à M. Estor et à moi, d'entreprendre l'étude des *microzymas* de l'organisme, étude pour laquelle nous avions besoin de négliger l'influence des germes atmosphériques. J'ai cherché, dès 1855, dans l'atmosphère, la cause du développement des moisissures et de tous les ferments figurés : elle est aussi ailleurs. Si l'Académie le permet, M. Estor et moi lui rendrons compte d'expériences qui expliquent celles que M. Fremy et M. Trécul opposent à M. Pasteur, et cela sans faire intervenir la doctrine de l'hétérogénie.

le ferment qui fait fermenter le moût est une moisissure qui vient de l'extérieur du grain de raisin. Je prie l'Académie de me permettre de prendre acte de cette confirmation.

» J'ai été plus loin. Dès 1864, j'ai montré que les rafles de la grappe et les feuilles de la vigne sont porteurs de ferments, capables de faire fermenter le sucre et le moût, et, de plus, que les ferments, qui naissent des feuilles et des rafles, sont quelquefois de nature à nuire à la vendange. »

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 novembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Éléments de Statique; par L. POINSOT; 11[e] édition, précédée d'une Notice sur L. Poinsot par M. J. BERTRAND. Paris, Gauthier-Villars, 1873; br. in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg, publiés sous la direction de M. le Dr Aug. LE JOLIS, t. XVI; 2[e] série, t. VI. Paris, J.-B. Baillière et fils, Cherbourg, Bedelfontaine et Syffert, 1871-1872; 1 vol. in-8°.

Le Constructeur. Tables, formules, règles, calculs et aide-mémoire à l'usage des ingénieurs, constructeurs, etc.; par F. REULEAUX. Édition française publiée sur la 3[e] édition allemande par E. MÉRIJOT; 1[er] fascicule. Paris, F. Savy, 1873; 1 vol. in-8°.

Traité de Viticulture et d'Œnologie; par C. LADREY; 2[e] édition; t. I[er], *Viticulture*. Paris, F. Savy, 1873; 1 vol. in-12.

Revue de Géologie pour les années 1869 *et* 1870; *par* MM. DELESSE *et* DE LAPPARENT; t. IX. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Mémoire sur les effets de la foudre sur les arbres et les plantes ligneuses, et l'emploi des arbres comme paratonnerres; par D. COLLADON. Genève, imp. Ramboz et Schuchardt, 1872; in-4°. (Présenté par M. Becquerel.)

Résumé des observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de Nancy, accompagné de la discussion des orages dans le département de la

Meurthe pendant les années 1870 *et* 1871; *par* J. CHAUTARD; 9e et 10e années. Nancy, N. Collin, 1872; br. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure pendant l'année 1871, *adressé à M. Henry Doniol, préfet du département.* Nantes, imp. de Mme veuve C. Mellinet, 1872; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Extrait du journal le XIXe Siècle. *Épidémie et contagion. De la rage. Lettres adressées à M. de Quatrefages par* le Dr E. CHAIROU. Paris, Chaix et Cie, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Agrologie. Traité de la détermination des terres arables dans le laboratoire; par P. DE GASPARIN. Paris, veuve Bouchard-Huzard, 1872; in-8°. (Présenté par M. Chevreul.)

Trois Mémoires pour servir à l'histoire zoologique du poisson de Chine. Le Macropode; par P. CARBONNIER. Paris, E. Martinet, 1872; br. in-8°. [Extrait du *Bulletin de la Société d'acclimatation.* (Présenté par M. de Quatrefages.)]

Études sur la phosphorescence des animaux marins; par M. PANCERI. Sans lieu ni date; br. in-8°. [Extrait des *Annales des Sciences naturelles.* (Présenté par M. Milne Edwards.)]

Carte géologique du département de la Savoie; par MM. Ch. LORY, L. PILLET *et l'abbé* P. VALLET. Chambéry, lith. Perrin, 1869; carte en 2 feuilles.

Paléontologie française; 2e série, Végétaux, terrain jurassique; par M. le Comte DE SAPORTA; liv. 5, 6, 7, *Algues et fougères.* Paris, V. Masson, 1872; 3 liv. in-8°. (Présenté par M. Brongniart.)

Cours de Physique mathématique; par M. É. MATHIEU. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°. (Présenté par M. Serret.)

Iconographie photographique des centres nerveux; par J. LUYS; 2e liv. Paris, J.-B. Baillière, 1872; in-4°, texte et planches. (Présenté par M. Robin.)

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; t. Ier, 1re liv., *Études sur la station préhistorique de Solutre (Saône-et-Loire); par* M. l'abbé DUCROST *et* M. le Dr L. LORTET. Lyon, H. Georg, 1872; in-4°.

Saggio delle opere di Leonardo da Vinci. Milano, tito di Giovanni RICORDI, 1872; in-fol., avec 24 planches photolithographiées.

Intorno alla luce che emana dalle cellule nervose della phyllirhoe bucephala,

Per. Memoria di Paolo PANCERI. Napoli, stamp. del Fibreno, 1872; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Gli organi luminosi e la luce dei pirosomi e delle foladi, Memoria di Paolo PANCERI. Napoli, stamp. del Fibreno, 1872; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Memorie del regio Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. XVI, part. 2. Venezia, nello stabil. di G. Antonelli, 1872; in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. I, disp. 6-7. Venezia, tip. Grimaldo, 1871-1872; 2 liv. in-8°.

E. DIAMILLA-MULLER. *Carta magnetica dell' Italia e dei mari italiani.* Milano, 1872; carte en 8 feuilles.

Magnetische und Meteorologische Beobachtungen auf der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1871, *auf öffentliche Kosten, herausgegeben von* Car. HORNSTEIN. Prag., 1872; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 novembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Catalogue des livres composant la bibliothèque de l'École des Ponts et Chaussées. Paris, Imprimerie nationale, 1872; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans; t. XIV, n° 4, 1872, 4e trimestre. Orléans, imp. E. Puget et Cie; br. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; t. XXI, 2e partie. Paris, Cherbuliez et Cie. Bâle, H. Georg; 1 vol. in-4°, avec planches.

Nouveau traité de Chimie industrielle, etc.; par R. WAGNER, édition française, publiée d'après la 8e édition allemande; *par* le Dr L. GAUTIER; t. Ier, fasc. 4. Paris, F. Savy, 1873; grand in-8°.

Etude sur les races indigènes de l'Australie; par le Dr P. TOPINARD. Paris, G. Masson, 1872; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Etude sur le camp de Châlons. L'homme préhistorique et le cultivateur actuel; par C. HUSSON fils. Toul, imp. T. Lemaire, 1872; br. in-8°.

Le Monde microscopique des eaux; par J. GIRARD. Paris, J. Rothschild, 1872; 1 vol. in-18 relié.

Transformation raisonnée des dix chiffres appliquée à l'Arithmétique, à la Géographie et à l'Histoire; par V. BALLU. Paris, chez l'auteur, imp. Ch. Lahure; br. in-8°.

Notice sur la vie et les travaux de Daniel Dollfus-Ausset; par M. Ch. GRAD. Paris, Blot, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti, dal novembre 1871 *all' ottobre* 1872; t. I, serie quarta, disp. nona. Venezia, tip. Grimaldo, 1871-1872; in-8°.

Memorie del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. decimo-settimo. Venezia, tip. di G. Antonelli, 1872; in-4°.

Pirology, or fire Analysis; by captain W.-A. ROSS. Londres, 1872; br. in-8°. (From the *Proceedings of the Royal Society*, n° 137, 1872.)

United States railroad and mining register annual; vol. XVII, n° 18. Philadelphia, saturday, september 21, 1872; n° grand in-folio.

Archiv für mikroskopische Anatomie, herausgegeben von Max. SCHULTZE. *Namen- und Sachregister zu Band I-VIII,* bearbeitet von Fr. HUNOLD. Bonn, Verlag von Max. Cohen et Sohn, 1872; in-8°.

Zur algebraischen Theorie der quadratischen Formen; von L. KRONECKER. Berlin, G. Vogt, 1872; br. in-8°.

Kritische Bemerkungen und neue beiträge zur literatur des Gehörlabirinths; von A. BOETTCHER. Dorpat, 1872, W. Gläsers, Verlag; br. in-8°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz-Eilfte lieferung. Gebiete der kantone Bern, Luzern, Schwyz und Zug; von Fr.-J. KAUFMANN. Bern, in Commission bei J. Dalp, 1872; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1872.

Annales de Chimie et de Physique; octobre et novembre 1872; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 9, 1872; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; août 1872; in-8°.

Annales du Génie civil; octobre 1872; in-8°.

Annales industrielles; nos 14 à 17, 1872; in-4°.

Annales médico-psychologiques; septembre 1872; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^{os} des 6, 13, 20, 27 octobre 1872; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 178, 1872; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; n°s 67-68, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; octobre 1872; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n° 10, 1872; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^{os} des 15 et 30 octobre 1872; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 10, 1872; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; n°s 5, 6, 7, 1872; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; t. VIII, n°s 1, 2, 4, 1872; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 15 à 18, 2e semestre 1872; in-4°.

Chronique de l'Industrie; n°s 35 à 39, 1872; in-4°.

Écho médical et pharmaceutique belge; n° 10, 1872; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 112 à 126, 1872; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 40 à 43, 1872; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; août 1872; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 40 à 43, 1872; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 182, 183, 185, 1872; in-8°.

Journal de l'Eclairage au Gaz; n°s 19, 20, 1872; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; octobre 1872; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; octobre 1872; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n° 19, 1872; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 25 à 29, 1872; in-folio.

L'Abeille médicale; n°s 41 à 44, 1872; in-4°.

L'Aéronaute; octobre 1872; in-8°.

L'Art dentaire; octobre 1872; in-8°.

L'Art médical; octobre 1872; in-8°.

Le Gaz; n° 4, 1872; in-4°.

Le Messager agricole; n° du 10 octobre 1872; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 19, 20, 1872; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; octobre 1872; gr. in-8°.

Les Mondes; n°s 5 à 8, 1872; in-8°.

Magasin pittoresque; octobre 1872; in-4°.

Marseille médical; n° 10, 1872; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; avril, mai 1872; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de Médecine; n°s 3, 4, 1872; in-8°.

Nature; n° 153, 155, 156, 1872; in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; octobre 1872; in-8°.

Observatoire météorologique de Montsouris; du 1er juin au 31 octobre 1872; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. LIOUVILLE.

M. Faye, Vice-Président de l'Académie pendant l'année 1871, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs, la réunion inaccoutumée des deux Séances publiques de 1870 et 1871 nous remet fatalement en mémoire les deux années cruelles que l'Académie vient de traverser avec vous. L'une signifie invasion, l'autre guerre civile. Mais, malgré nos désastres, malgré les deux siéges que Paris a subis coup sur coup, cette double séance vous montrera que la science française n'a pas faibli : j'en atteste la liste des récompenses que vous allez entendre et le souvenir de nos travaux. Seulement, chez nous, la science s'est détournée quelque temps de sa marche habituelle pour concourir à la défense de la capitale; elle a pris, aux jours du danger, un rôle qui eût été plus efficace encore si tout le monde avait su apprécier comme vous les incroyables ressources et l'énorme accumulation de forces vives d'une ville telle que Paris.

» Je puis donc, sans craindre d'attrister cette réunion, évoquer un instant le souvenir de ces luttes, si peu prévues et si fatales. Avec quelle émotion nous voyions nos plus jeunes confrères venir à nos séances habituelles en simples soldats, allant porter le fusil ou manier l'écouvillon sur nos remparts, ou aux fossés pousser la brouette d'une main généreuse, mais plus habile à d'autres travaux! Vous agitiez ici même, sous la direction du géomètre célèbre qui préside aujourd'hui encore cette assemblée, dans ces

murs si peu protégés contre les obus, entourés des préparatifs accumulés d'avance contre l'incendie de votre Palais, vous agitiez, dis-je, les questions du moment, questions de vie ou de mort, et vous demandiez à la science française, aux découvertes dues à des Français, le secours que Paris ne devait espérer de personne. Tout a été mis en œuvre, à cette époque d'ardent patriotisme, depuis les appareils nouveaux destinés à faire jouer les mines jusqu'aux feux électriques employés pour éclairer nos abords; depuis la Photographie, qui écrivait ou multipliait nos dépêches, jusqu'aux ballons qui les portaient au loin. Vous discutiez à la fois les moyens d'arrêter les épidémies, si fatales aux grandes villes assiégées, et les moyens de nourrir cette immense et héroïque population.

» Et pourquoi ne pas rappeler aussi ce détail entre mille : au milieu de tant de préoccupations, vous n'avez pas oublié l'engagement que vous aviez pris de vous faire représenter en Afrique ou en Sicile, vous, à qui votre propre banlieue était hermétiquement fermée, pour l'observation d'un intéressant phénomène céleste? Le monde savant a été ému de voir arriver au rendez-vous, et à l'heure dite, votre missionnaire : c'est à travers les airs qu'il est allé dégager votre parole.

» Pendant ces deux années, jamais l'Académie n'a cessé de tenir ses séances. Je me trompe : un jour, mais c'était en pleine guerre civile, à l'heure habituelle de vos réunions, un de nos illustres Secrétaires perpétuels fut arrêté par les barricades qui avaient envahi ces quartiers; il lui fallut rebrousser chemin et regagner sa maison déjà menacée elle-même par les flammes. Ce lundi-là, l'Académie n'a pas tenu ses assises habituelles.

» Ainsi, Messieurs, vous n'avez douté ni de la science ni du pays, et vous avez eu deux fois raison, car déjà le pays se relève; quant à la science, elle n'a jamais faibli. Qu'on cesse de nous parler du prestige amoindri des savants français! Les étrangers, même ceux qui ont lutté contre nous, ne viennent-ils pas de leur rendre, ces jours-ci, un solennel hommage en envoyant ici leurs représentants pour organiser avec nous, à Paris, une des institutions les plus fécondes de ce siècle? Il y a plus; les nations étrangères se préparent en ce moment même, au prix des plus grands efforts, à l'observation d'un phénomène décisif pour les progrès de la science. Ils étaient loin d'imaginer que la France, abattue et ruinée, pût y prendre part, et moins encore se placer, comme autrefois, au premier rang; mais voilà que l'Assemblée nationale vient de vous octroyer les fonds nécessaires; elle n'a reculé devant aucun sacrifice pour aider l'Académie à soutenir l'honneur scientifique du pays. Grâce à sa générosité éclairée, les astronomes français

figureront dignement, comme leurs devanciers, dans ce concours que le ciel ouvre chaque siècle à toutes les nations où la science est en honneur.

» Et, Messieurs, qu'il me soit permis de le dire, si à l'étranger on constate avec satisfaction cette vitalité de la science française, on nous fait l'honneur de n'en pas être trop surpris; on sait que la nationalité, chez nous, n'est pas une question de sang ou de race, mais un sentiment qui participe de ce qu'il y a de plus élevé dans le cœur de l'homme civilisé : la science vit et se développe largement sur ce terrain-là; elle n'y mourra jamais.

» Souffrez qu'avant de terminer j'insiste un instant sur les deux événements scientifiques auxquels je viens de faire allusion : l'observation du prochain passage de Vénus sur le Soleil et l'institution internationale du système métrique.

» Dans quelques mois, les astronomes de tous les pays vont se disséminer sur le globe terrestre en deux rangées immenses d'observateurs, une rangée sur chaque hémisphère, pour observer tous à la fois et à la même heure, mais des points les plus divers, la planète Vénus sur le Soleil. Figurez-vous, bien que l'image ne soit pas exacte, les astronomes du monde entier échelonnés le long du cercle qui sépare alors sur notre globe le jour de la nuit. Chaque station présentera le spectacle d'un observatoire complet avec ses équatoriaux, ses instruments méridiens et même ses appareils de la plus délicate photographie. La première rangée de stations ira de l'Egypte au Japon à travers la Perse, la Sibérie et la Chine. A lui seul l'empire russe en organise vingt-cinq sur son vaste territoire asiatique. L'Allemagne, l'Angleterre et les États-Unis, à eux trois, en feront presque autant. L'autre rangée de stations ou plutôt d'observatoires anglais, allemands ou américains s'étendra sur l'hémisphère austral, occupant les îles désertes et les continents gelés de cette région inhospitalière, depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'aux îlots placés à l'extrême sud-ouest du continent australien, et, en remontant vers l'équateur, jusqu'aux groupes d'îles de l'océan Pacifique.

» Quel rôle la France pourra-t-elle prendre dans ce grand effort de toutes les nations? Au nord elle enverra ses astronomes en Palestine, sur les bords de la mer Rouge, à Pékin, et à Yeddo au Japon. Au sud elle occupera l'île de la Réunion, l'île Saint-Paul, l'île Campbell, la Nouvelle-Calédonie, et poussera peut-être jusqu'à Honolulu et Noukahiva. Le dévouement et l'habileté consommée de nos jeunes astronomes nous garantis-

sent le succès, et, pour compléter cet ensemble d'efforts dignes d'un grand pays, nous espérons obtenir le concours de la Marine de l'État qui compte dans son sein tant de savants officiers. En demandant ce concours, l'Académie se plaît à rappeler que nos marins, dont Paris reconnaissant a si bien appris, dans ses jours d'épreuve, à connaître, à admirer la vigueur, l'habileté et la discipline, ne sont pas moins illustres par la science que par les armes : s'associer à l'Académie, dans la plus grande expédition scientifique de l'époque, ce ne sera certes pas pour eux déroger à leurs nobles traditions.

» Voilà, Messieurs, quel sera le rôle de notre pays dans cette entreprise où il s'agit de réunir les efforts du monde civilisé pour déterminer directement, par une gigantesque opération d'arpentage astronomique ayant le globe terrestre pour base, la distance exacte du Soleil à la Terre, et fixer ainsi l'échelle métrique du système du monde.

» Quant au mètre français lui-même, qui servira désormais d'étalon universel pour ces grandes distances, aussi bien que pour la mesure des petits objets qui nous entourent, son type légal, vous le savez, est renfermé depuis quatre-vingts ans dans une armoire de nos Archives nationales. C'est la règle de platine représentant la quarante millionième partie du tour de la Terre, qui a été portée solennellement en 1795 à la barre de la Convention et adoptée dès lors comme base légale des mesures françaises. Longtemps la propagation de ce beau système a rencontré d'insurmontables obstacles; mais l'Angleterre et les États-Unis d'Amérique l'ayant rendu, par une loi, facultatif pour leurs nationaux, et l'empire d'Allemagne l'ayant tout récemment adopté sans restriction, c'est-à-dire à titre obligatoire, les hommes de science du monde entier désirèrent qu'un étalon international, propriété indivisible de toutes les nations, fût copié sur le nôtre et reconnu comme le prototype universel.

» Adoptant cette pensée, dont le Bureau des Longitudes s'était fait près de vous l'interprète, vous aviez engagé le Gouvernement impérial à demander, par la voie diplomatique, à tous les États étrangers d'envoyer à Paris des représentants officiellement chargés d'opérer avec les délégués français. Une première réunion, fatalement incomplète, eut lieu effectivement à la veille de la guerre; mais, une fois la paix conclue, le Président de la République, notre illustre Confrère, a repris cette œuvre en apparence bien compromise, et le succès le plus complet a couronné son intervention. Paris vient de voir les représentants de l'Angleterre, de la Russie, de l'Autriche-Hongrie, de l'empire d'Allemagne, de la Bavière, de la Suisse, du

Wurtemberg, de l'Italie, du Saint-Siége, de l'Espagne, du Portugal, de la Belgique, de la Hollande, du Danemark, de la Suède, de la Turquie, des États-Unis de l'Amérique du Nord, des nombreux États de l'Amérique du Sud, etc., réunis, il y a deux mois, au Conservatoire des Arts et Métiers, sous la présidence du vénéré doyen de l'Académie. Que n'avez-vous assisté tous à ces belles séances, uniques dans l'histoire, à cette espèce de concile œcuménique de la science! Vous auriez joui comme nous de l'hommage spontanément rendu, par nos égaux et nos émules, à la science française et à cette grande cité, qui déjà oublie ses désastres pour travailler au progrès.

» Souffrez, Messieurs, qu'en votre nom nous adressions ici nos remercîments à nos éminents collaborateurs, tous prêts à se joindre cordialement à nous quand il s'agit de la science et du bien de l'humanité. Certes, voilà un spectacle consolant et bien capable de raffermir les esprits ébranlés; car il montre à tous quelle place la France tient encore dans le monde des idées et dans les sympathies des nations. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1870.

GRANDS PRIX.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Liouville, Jamin, Bertrand, Edm. Becquerel, Fizeau rapporteur.)

La question proposée était la suivante :

« *Rechercher expérimentalement les modifications qu'éprouve la lumière* » *dans son mode de propagation et ses propriétés, par suite du mouvement de* » *la source lumineuse et du mouvement de l'observateur.* »

Un seul Mémoire a été soumis à l'examen de votre Commission; c'est un travail considérable, qui révèle de la part de son auteur autant d'habileté

dans les expériences que de sagacité dans les vues théoriques et, de plus, une persévérance très-digne d'éloges dans la poursuite du but que l'Académie avait proposé aux recherches des physiciens.

Vos Commissaires ont été unanimes à reconnaître l'intérêt et le mérite distingué de ce travail, et ils n'hésiteraient pas à vous proposer de lui décerner le prix, si plusieurs des résultats les plus nouveaux et les plus importants qu'il renferme ne leur avaient paru réclamer de nouvelles épreuves plus décisives et des vérifications tout à fait incontestables. C'est, au reste, ce qu'a parfaitement reconnu l'auteur lui-même, qui annonce à la fin de son Mémoire qu'il espère prochainement compléter ses observations à l'aide de nouveaux instruments plus parfaits que les premiers, et pour la construction desquels le temps et les ressources lui ont fait défaut.

Dans de semblables circonstances, le devoir de votre Commission était tout tracé; elle propose donc à l'Académie :

1° De proroger le concours pour l'année 1872;

2° D'accorder à l'auteur du Mémoire n° 1, dont les droits sont réservés pour le prochain concours, une somme de *deux mille cinq cents francs* à titre d'encouragement.

L'auteur de ce Mémoire est M. E. MASCART.

(*Voir* aux PRIX PROPOSÉS, p. 1392.)

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

SUR L'APPLICATION DE LA VAPEUR A LA MARINE MILITAIRE.

(Commissaires : MM. Pâris, Morin, Dupin, Combes, Dupuy de Lôme rapporteur.)

Nous avons l'honneur d'exposer à l'Académie le résultat du travail de la Commission chargée d'examiner les titres des candidats au prix à décerner pour les progrès accomplis dans l'application de la vapeur à la marine militaire (*prix Dupin*), ainsi qu'au prix relatif aux progrès dans l'application de la vapeur à la navigation en général (*prix Plumey*).

Votre Commission a examiné les titres que pouvaient avoir à obtenir ces prix non-seulement les auteurs des Mémoires adressés à cet effet à l'Académie, mais encore les autres personnes qui pouvaient être, à la connaissance de votre Commission, les auteurs d'un progrès incontestable dans l'art de la navigation à vapeur.

Votre Commission commence par vous déclarer qu'elle n'a trouvé, ni parmi les auteurs des Mémoires ni en dehors d'eux, personne se trouvant dans les conditions voulues pour vous être présenté comme devant recevoir l'un ou l'autre de ces deux prix. Cependant celui pour l'application de la vapeur à la marine militaire fondé par notre confrère M. Dupin n'a plus été décerné depuis l'année 1854, et le prix fondé par M. Plumey n'a encore été accordé à personne depuis sa fondation en juillet 1869.

Est-ce à dire que depuis ces époques déjà éloignées l'application de la vapeur à la navigation, soit militaire, soit commerciale, n'ait point fait de progrès sérieux?

Il n'en est point ainsi; ces progrès ont été au contraire considérables et ils ont eu les conséquences les plus importantes pour les intérêts auxquels la navigation à vapeur est appelée à satisfaire. Nous croyons donc utile de les signaler sommairement dans ce Rapport, afin que l'Académie puisse mieux apprécier les motifs de notre conclusion tendant à ne point décerner le prix à l'auteur de telle ou telle amélioration de détail, en présence des immenses progrès accomplis par les efforts réunis d'un grand nombre de collaborateurs anonymes.

Ces progrès se montrent à la fois dans la construction des navires, dans celle des machines et aussi dans l'habileté des hommes appelés à faire manœuvrer sur les mers ces remarquables produits de la science et de l'industrie humaines.

Si nous signalons ici l'habileté croissante des marins et des mécaniciens conducteurs de machines marines à côté des progrès accomplis dans la construction des navires à vapeur, c'est que telle amélioration mécanique, tel accroissement utile des dimensions des navires seraient restés impraticables ou n'auraient peut-être été qualifiés que d'erreurs si ces modifications matérielles n'avaient pas marché de front avec l'habitude acquise et l'habileté du personnel chargé de manœuvrer les navires ou de conduire leurs machines.

Les principaux résultats acquis depuis quelques années, pour les coques des paquebots, sont : l'accroissement des dimensions, surtout dans le sens de la longueur, l'affinement des formes de plus en plus accentué, la légèreté jointe à la solidité. On construit aujourd'hui couramment des paquebots de 130 mètres de longueur, fréquentant les mêmes ports pour lesquels les longueurs de 90 mètres étaient considérées, il y a quelques années encore, comme des limites supérieures infranchissables.

Les machines pour lesquelles on n'osait employer sur mer que des ten-

sions de vapeur de $2\frac{1}{2}$ atmosphères se font aujourd'hui avec des tensions de 4 à 5 atmosphères. Cet emploi de la haute pression sur mer n'a été possible, sans affronter volontairement d'incontestables dangers, qu'en raison du succès des condenseurs à surface essayés par Hall il y a plus de trente ans, puis abandonnés par suite de difficultés de détails. Ces condenseurs, qui fonctionnent très-bien aujourd'hui, permettent d'alimenter les chaudières avec le produit de la condensation de la vapeur qui vient de travailler dans les cylindres.

On se met ainsi à l'abri des incrustations produites par le sulfate de chaux. Au moyen d'extractions suffisantes, on parvenait déjà antérieurement à éviter les dépôts de sel marin; mais le sulfate de chaux existant dans l'eau de mer, cessant d'y rester en dissolution à une température supérieure à 150 degrés, tapissait bientôt les parois des chaudières dès qu'on voulait s'approcher des tensions de 4 à 5 atmosphères, et cela malgré l'abondance des extractions. Or ces incrustations de sulfate de chaux devenaient une cause imminente d'explosion qu'on ne pouvait braver sans témérité.

En même temps que l'emploi des tensions plus élevées conduisait à des pistons moteurs d'un moindre diamètre, la perfection de l'ajustage, les bonnes dispositions de détails dans les organes des pompes à air, etc., permettaient d'aborder des nombres de tours et des vitesses de pistons très-supérieures à celles qui se pratiquaient il y a quelques années.

Les vitesses de pistons notamment sont montées de $1^{m},50$ par seconde à $2^{m},80$ pour des allures très-régulières. Cette augmentation de la vitesse des pistons et des nombres de tours demandait, en même temps qu'une grande perfection dans l'ajustage, un meilleur balancement des moments d'inertie des organes mobiles. Des machines nouvelles satisfaisant à cette condition ont obtenu une douceur de mouvement remarquable, inconnue avant elles pour des machines à grande vitesse d'allure.

L'immense intérêt qui s'attache à l'économie du combustible a trouvé une satisfaction des plus caractérisées par l'emploi d'une très-grande détente de la vapeur opérée dans des cylindres séparés. C'est le retour à la disposition préconisée d'ancienne date par Wolf, qui a laissé son nom à cette classe de machines; mais l'application de l'idée de Wolf à la machine marine n'a pu se réaliser avec tous ses avantages que dans ces dernières années par l'application de la haute pression en mer. Toutes ces améliorations partielles se sont donné la main pour arriver à un progrès d'ensemble des plus considérables.

Les nouvelles machines sont donc à condenseurs par surface, à haute pression, à mouvement rapide et elles détendent la vapeur jusqu'à douze fois son volume primitif dans des cylindres séparés, munis de chemises à vapeur. Elles sont cependant moins pesantes et d'un prix de vente moindre que les anciennes; enfin leur consommation de combustible par cheval de 75 kilogrammètres est descendue à 900 grammes au lieu de $1^{kg},80$.

Ainsi, d'une part, la consommation par cheval est réduite à moitié; d'autre part, en raison de leurs grandes dimensions, les navires peuvent porter par cheval, avec une même vitesse, près de quatre fois plus de tonnes en chargement utile. Il en résulte que la consommation du charbon par tonne portée est réduite à près d'un huitième.

Ce sont là de très-grands progrès qui se montrent à tous les yeux, mais nous répétons qu'ils ne sauraient être équitablement attribués à aucuns noms nouveaux en particulier, et la part accomplie en France est l'œuvre de nombreux collaborateurs, soit dans la marine de l'État, soit dans les grandes compagnies de navigation commerciale.

Il est en ce moment un *desideratum* qui appelle l'attention de tous les constructeurs de navires et de machines marines, c'est la création d'une nouvelle chaudière à haute pression, présentant une sécurité complète contre l'explosion, alliée à la régularité de son fonctionnement et à la facilité pour les visites et les réparations.

Les chaudières actuelles peuvent fonctionner en mer à haute pression, grâce à l'emploi des condenseurs à surface; mais on ne saurait affirmer qu'elles offrent une sécurité telle qu'elles ne laissent rien à désirer.

De nouvelles chaudières à haute pression sont à l'étude ou en essais; mais, leurs résultats étant encore contestés, nous ne voulons ici signaler et encore moins préconiser aucun de ces nouveaux appareils. Quand le moment sera venu où la vérité ressortira d'une manière suffisante d'une étude précise, ou de faits bien constatés, nous serons heureux de la proclamer hautement et de décerner le prix d'application de la vapeur à la navigation à l'auteur d'une chaudière marine à haute pression satisfaisant mieux que les chaudières actuelles aux conditions du problème.

Pour le moment, votre Commission conclut en vous proposant :

1° D'ajourner à 1873 le prix pour les progrès accomplis pour l'application de la vapeur à la marine militaire (*prix Dupin*);

2° D'ajourner à l'année prochaine (1871) le *prix Plumey* relatif à l'application de la vapeur à la marine en général.

MÉCANIQUE.

PRIX PONCELET, FONDÉ PAR Mme Ve PONCELET.

(Commissaires : MM. Liouville, Delaunay, Morin, Chasles, Combes rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner ce prix à M. **Camille Jordan**, pour son Ouvrage intitulé : *Traité des substitutions et des équations algébriques*.

PRIX MONTYON, MÉCANIQUE.

(Commissaires : MM. Delaunay, Dupuy de Lôme, Combes, Phillips, général Morin rapporteur.)

La Commission chargée de l'examen des Ouvrages adressés au Concours de l'année 1870 déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix.

PRIX DALMONT.

(Commissaires : MM. Combes, Phillips, Morin, Delaunay, de Saint-Venant rapporteur.)

Feu Dalmont, l'honorable libraire des corps des Ponts et Chaussées et des Mines, décédé en 1864, désirant que les membres du premier de ces deux corps donnassent, comme il l'exprimait, « des successeurs à Fresnel, à Navier, à Girard, à Coriolis, à Prony, à Cauchy, » a mis à la charge de ses légataires universels de payer pendant trente ans, tous les trois ans, à l'Académie une somme de 3000 francs, destinée à décerner un prix triennal propre à exciter, dit-il encore, « les ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service à obtenir, comme leurs savants devanciers, le fauteuil académique. »

Déjà vous avez, pour l'année 1867, décerné ce prix à M. Bazin, l'auteur des belles *Recherches hydrauliques* qui ont été imprimées sur votre vote approbatif.

Il s'agit aujourd'hui de décerner le prix de 1870, qui n'a pu l'être vu les circonstances.

Parmi les travaux susceptibles d'y concourir, vos Commissaires ont remarqué particulièrement ceux de M. l'ingénieur **Maurice Levy**.

Trois de ses Mémoires, relatifs : 1° aux eaux courantes; 2° à la poussée des terres; 3° aux mouvements intérieurs des solides ductiles, ont reçu votre approbation. Un quatrième, sur les coordonnées curvilignes, a été apprécié par les juges de sa thèse de doctorat.

Nous parlerons seulement du second et du troisième de ces quatre Mémoires.

Les équations de la mécanique des corps ductiles ou plastiques n'avaient été établies, en mars 1870, que pour le cas restreint où l'on peut abstraire une des trois coordonnées de leurs points. La mise en compte de la troisième coordonnée, quand elle est nécessaire, présentait une difficulté sérieuse et toute particulière. M. Levy l'a ingénieusement et heureusement surmontée, de manière à mettre en possession des équations indéfinies les plus générales et de celles du cas important de symétrie autour d'un axe.

Le second Mémoire, intitulé : *Essai sur une théorie rationnelle de l'équilibre des terres, etc.*, a motivé surtout la proposition qui vous est faite. Ce Mémoire justifie son titre; car, au lieu de partir de la supposition ordinaire et souvent fausse de rupture plane, les recherches de M. Levy s'appuient sur une base n'ayant rien d'arbitraire. Il en déduit un certain nombre de théorèmes remarquables et de formules simples conduisant les solutions plus loin qu'il n'avait été fait encore.

La Commission propose donc de décerner à M. **Levy**, pour 1870, le prix du legs Dalmont.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Pâris, Morin, Dupin, Combes,
Dupuy de Lôme rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix.

Elle a exposé les motifs de son jugement dans le Rapport relatif au prix extraordinaire de six mille francs sur l'application de la vapeur à la marine militaire (1).

(1) Voir ce Rapport, p. 1298.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE, ASTRONOMIE.

(Commissaires : MM. Delaunay, Liouville, Mathieu, E. Laugier, Élie de Beaumont, Faye rapporteur.)

La Commission propose d'accorder le prix Lalande de 1870 à M. **Huggins**, pour l'ensemble de ses découvertes sur la constitution physique des étoiles, des nébuleuses, des planètes et des comètes.

Les recherches de M. Huggins sont une conséquence et une extension de celles de M. Kirchhoff sur le Soleil; mais, par l'importance et l'originalité des résultats obtenus, elles marquent une brillante époque dans l'histoire de cette branche nouvelle de la science. Outre le Soleil, que M. Kirchhoff avait étudié, l'univers nous présente des nébuleuses et des étoiles, des planètes et des comètes. Nous omettons les aérolithes, parce qu'ils sont depuis longtemps dans le domaine de la Chimie directe.

M. Huggins a soumis tous ces corps à son analyse. Pour les planètes qui ne brillent que d'une lumière réfléchie, il a reconnu naturellement les détails du spectre solaire joints à quelques particularités qui décèlent sur Jupiter et Saturne une vaste atmosphère douée d'une absorption propre, et donnant des indices certains de la présence de la vapeur d'eau. Ici l'analyse spectrale ne pouvait aller plus loin, mais, pour les étoiles, leur lumière propre donnait prise à l'analyse chimique de ces grands corps.

M. Huggins y a retrouvé les éléments terrestres : dans β de Pégase, par exemple, le sodium, le magnésium et le fer; dans Sirius, du sodium, du magnésium, du fer et de l'hydrogène, et ainsi de suite.

Ainsi s'est trouvée étendue à tous les astres de l'univers l'uniformité de composition chimique de notre monde solaire et des aérolithes, uniformité qui comporte pourtant des variétés aussi singulières qu'inattendues. Une de ces variétés les plus frappantes est constituée par les étoiles variables ou temporaires. L'apparition presque subite d'une étoile temporaire dans la Couronne a fourni à M. Huggins l'occasion de découvrir l'existence des raies brillantes de l'hydrogène à un état calorifique très-élevé, longtemps avant la découverte par laquelle MM. Janssen et Lockyer nous ont appris que le Soleil présentait aussi une couche extérieure d'hydrogène rare et tourmentée, dont l'étude a pris dans ces derniers temps tant d'extension.

Sur les nébuleuses, les travaux de M. Huggins ont abouti à des résultats encore plus frappants. On les distinguait avant lui en nébuleuses résolubles et en nébuleuses irrésolubles, et Herschel avait émis l'hypothèse que celles-ci s'étaient formées de vapeurs lumineuses. Le spectroscope, entre les mains de M. Huggins, est venu confirmer la justesse de cette hypothèse, la préciser et en faire une vérité expérimentale. Le spectre des secondes se compose, en effet, non de lignes noires comme celles du Soleil et des étoiles, mais d'un petit nombre de lignes brillantes où M. Huggins a reconnu celles de l'hydrogène et de l'azote.

Quant aux comètes, les observations de M. Huggins ont abouti à ce résultat étrange, que la partie centrale brille d'une lumière propre, analogue à celle de la flamme de certains composés carburés, tandis que la nébulosité n'émet que de la lumière reçue du Soleil. Cette distinction délicate est de la plus haute importance pour l'étude de la constitution physique de ces astres.

Enfin M. Huggins, le premier, a appliqué le genre si fécond d'analyse à l'étude, non plus de la matière, mais du mouvement des étoiles. En vertu d'une remarque due originairement à Doppler et plus exactement à M. Fizeau, si ces astres sont animés de mouvements relatifs considérables dans le sens du rayon visuel, les raies doivent se trouver un peu déplacées : de là un moyen d'apprécier ces mouvements. M. Huggins est parvenu à les mettre hors de doute dans quelques étoiles, particulièrement dans Sirius. Il résulte de ces beaux travaux que l'Astronomie peut espérer de se trouver en possession d'évaluer les mouvements des étoiles par rapport à nous, suivant deux directions rectangulaires, et par suite d'obtenir le mouvement résultant dont nous n'aurions eu qu'une des composantes sans l'intervention du spectroscope.

Chacune de ces observations si fines, si délicates, si fécondes en conclusions élevées, et nous n'en avons cité que les principales, mériterait à elle seule le prix Lalande. Votre Commission a pensé que l'Académie voudrait bien accorder ce prix à leur magnifique ensemble.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON, STATISTIQUE.

(Commissaires : MM. Mathieu, Dupin, Passy, Boussingault, Bienaymé rapporteur.)

Il y a plus d'un tiers de siècle, notre savant confrère de l'Académie des Sciences morales, M. B. de Châteauneuf, avait entrepris de former un catalogue complet des Membres des anciennes Académies et de l'Institut; il voulait savoir comment se survivaient des hommes consacrés à la science; quelle était la durée commune d'un Académicien et quelle pouvait être, aux âges successifs, la vie de cette classe laborieuse. En même temps, il se proposait de publier cette liste de naissances, d'âges à l'élection et d'âges au décès, qui pouvait épargner bien des recherches infructueuses aux auteurs de biographies, même aux auteurs d'histoires, qui ont souvent besoin de certaines dates exactement fixées.

Rien de plus simple en apparence qu'un pareil travail; mais, en réalité, quoique la plus ancienne des Académies ne remontât pas à deux siècles, lorsque notre confrère commença ses recherches sur la vie de leurs Membres, ce laps de temps était plus que suffisant pour rendre la constatation des dates très-difficile, et même impraticable pour quelques savants moins connus. On ne reconstitue jamais une statistique qui n'a pas été dressée au moment des faits. On ne saurait trop répéter cette vérité; car chaque jour on demande des résultats statistiques dont personne n'a voulu tenir registre, dont personne n'a voulu faire les frais. Les obstacles accumulés que rencontra M. de Châteauneuf ne le rebutèrent pas cependant; mais on peut voir que, dans son *Mémoire sur la durée de la vie des Savants* (collection de l'Académie des Sciences morales pour 1840), il n'est question que des Membres titulaires des trois anciennes Académies et des classes correspondantes de l'Institut élus avant le 1er janvier 1840. Il y reconnaît qu'un certain nombre de dates lui ont manqué; il ne parle pas de la publication du Catalogue, qu'il jugeait alors trop imparfait, et dont on sait qu'il s'est occupé jusqu'aux derniers jours de sa vie, sans pouvoir le compléter; enfin, dans les tableaux numériques qu'il donne, les nombres des Membres vivants au 1er janvier 1840 n'ont pas été imprimés. Or ces nombres, distribués par âge, seraient indispensables pour déduire de ces tableaux les rapports de mortalité.

Le Mémoire se rapporte ainsi bien plutôt à la durée moyenne d'un Académicien qu'à la durée de la vie des Académiciens aux différents âges. Il offre néanmoins un grand intérêt de détails, et il serait plus curieux encore si M. de Châteauneuf avait fait plus d'usage d'une table de mortalité que ses listes avaient permis de former; mais il en indique à peine l'existence par un rapprochement assez difficile à saisir pour le lecteur qui ignore cette particularité. Il avait craint, sans doute, qu'une table basée sur un nombre de têtes peu considérable ne fût sujette à de justes objections; mais ce ne sont pas les faits exacts qui peuvent être contestés, et une table qui n'a rien subi d'arbitraire ne représente que les faits; ce qui est sujet au doute, ce sont les conséquences qui sont parfois déduites très-imprudemment de ces faits; ce sont les généralisations hâtives que les auteurs, trop enthousiasmés du résultat de très-pénibles investigations, veulent à toute force faire sortir de données trop peu multipliées, soit en nombre, soit dans l'espace, soit dans le temps. La table fondée sur les éléments recueillis par notre confrère sera donc tout à l'heure le sujet de comparaisons très-licites avec des renseignements plus récents qui ont été soumis à la Commission chargée par l'Académie de prononcer sur le Concours pour le prix de Statistique de l'année 1870.

Ces renseignements forment la matière d'un volume in-8° de plus de 400 pages, qui se rapportent uniquement aux Membres et aux Correspondants de l'Institut, depuis la création, en 1795, jusqu'au 19 novembre 1869. La liste des membres et des correspondants est complète. L'auteur, M. **Potiquet**, s'est assuré, par des recherches persévérantes pendant de longues années, des noms, prénoms, dates et lieux de naissance, dates de nomination, dates et lieux de décès, et il a fait imprimer ce catalogue de plus de deux mille noms. C'est là une statistique dont tout le monde peut vérifier au moins certaines parties; de sorte que si, malgré les soins zélés de l'auteur, il s'y rencontre encore quelque erreur, elle sera indubitablement corrigée. Son livre se recommanderait donc au seul titre de nomenclature exacte de l'Institut. Ce répertoire atteint, pour les Membres de ce corps savant, le but que s'était proposé M. de Châteauneuf pour toutes les Académies, en remontant à un passé que les documents existants ne pouvaient restituer dans son intégrité.

M. Potiquet a fait précéder son Catalogue des renseignements nécessaires sur la création de l'Institut et sur les diverses organisations qu'il a reçues. L'ordre suivi, du reste, est l'ordre des élections successives dans chaque Académie, ou classe, en s'astreignant autant que possible à la série des fau-

teuils et à la série des organisations, ce qui forme en quelque sorte la suite historique des Académies. Il en résulte quelques répétitions, car les diverses organisations ont nécessité la reproduction de plusieurs noms, sans compter les quatre-vingt-six noms qui figurent à la fois dans plus d'une Académie; mais, pour faciliter les recherches, l'auteur a mis à la fin du volume une table alphabétique qui renvoie sans peine aux pages où chaque Membre se trouve nommé.

Les résultats que cette table permet de mettre en évidence ne concordent pas exactement avec plusieurs de ceux dont M. de Châteauneuf avait fait le calcul; ainsi notre confrère indiquait comme âge moyen d'un Académicien à l'admission quarante-quatre ans deux mois, et comme âge au décès soixante-huit ans dix mois, ce qui assigne une durée moyenne de vingt-quatre ans huit mois à chaque Académicien.

M. Potiquet a constaté, pour les Membres de l'Institut, des nombres très-différents. L'âge commun d'admission serait de cinquante et un ans dix mois, et l'âge, au décès, de soixante et onze ans cinq mois. La durée moyenne d'un Membre n'atteindrait donc que dix-neuf ans sept mois.

Mais ces discordances sont plus apparentes que réelles; il faudrait, pour en décider, rendre identiques les termes de comparaison, qui ne le sont pas. Il n'était pas possible de se livrer à l'exécution d'un travail aussi minutieux; mais il a suffi de prendre séparément, dans l'ouvrage de M. Potiquet, les nombres afférents aux trois Académies anciennes, dont M. de Châteauneuf s'est exclusivement occupé, pour retrouver une durée moyenne de vingt-trois ans deux mois.

A la vérité, l'âge à l'admission et, par suite, l'âge au décès restent bien plus élevés : quarante-huit ans deux mois et soixante et onze ans quatre mois; mais les divergences s'expliquent quand on considère que le temps n'a pu encore effacer pour l'Institut l'influence de l'âge avancé d'un grand nombre de Membres lors de la création.

Un autre fait, qui contribue à motiver les âges trouvés par M. Potiquet, fait qui mérite d'être signalé ici, c'est que les Académiciens libres ne sont, en général, reçus que dix ans plus tard que les autres Membres, si ce n'est à l'Académie des Beaux-Arts.

Pour les cent trente Membres libres compris dans le Catalogue de M. Potiquet, l'âge moyen à l'admission a été de cinquante-sept ans huit mois; l'âge, au décès de quatre-vingt-seize d'entre eux, de soixante-treize ans deux mois, et, par suite, la durée moyenne seulement de quinze ans six mois.

Si l'âge d'entrée des Membres libres de l'Académie des Beaux-Arts n'était, par exception, légèrement au-dessous de celui même de leurs confrères, les différences qui ressortent des recherches de M. Potiquet seraient encore bien plus considérables.

Il paraît que ces différences avaient frappé M. de Châteauneuf et lui avaient causé quelque embarras. Il avait, en conséquence, exclu de ses listes tous les Membres qualifiés du titre d'Académicien honoraire ou d'Académicien libre, dans les anciens corps savants qu'il examinait. Il lui avait semblé qu'ils ne vivaient pas de la même vie que les hommes de lettres et les savants, et c'était seulement de cette vie scientifique qu'il voulait se rendre compte; mais s'il avait raison quant à la durée académique, comme on vient de le voir, il n'y avait pas lieu d'en rien conclure pour la vitalité ni pour la mortalité à chaque âge; et cela est bien facile à concevoir sans entrer dans plus de détails.

Aussi, pour les comparaisons relatives à la durée de la vie, la liste de M. Potiquet a été prise tout entière. La table de mortalité qui en a été déduite repose sur mille trente têtes : chiffre des Membres de l'Institut nommés ou élus depuis trois quarts de siècle, y compris les Membres libres et les Associés étrangers (au nombre de cent quarante).

Ces mille trente personnes ont donné plus de vingt mille années d'existence; de sorte qu'en ne commençant qu'à l'âge de trente-cinq ans, il était possible de trouver des nombres assez grands pour mériter l'attention.

La table de mortalité dressée sur les éléments recueillis par M. de Châteauneuf contient aussi plus de vingt mille années d'existence.

Voici d'abord, en regard, ces deux tables et celle de De Parcieux réduites à mille personnes de l'âge de trente-cinq ans. Les survivants ne sont marqués que de cinq en cinq ans, parce que les nombres sont trop peu considérables pour permettre l'examen d'année en année, et qu'il ne pouvait être question ici d'aucune des modifications et interpolations que les auteurs de tables de mortalité font subir aux données premières.

Tables de survivance ou de mortalité.

	Anciennes Académies (M. B. de Châteauneuf).	Institut (M. Potiquet).	Tontiniers de De Parcieux.
A 35 ans.........	1000	1000	1000
40	956	964	947
45	906	930	896
50	864	894	837
55	785	819	758
60	714	744	667

	Anciennes Académies (M. de Châteauneuf).	Institut (M. Potiquet).	Tontiniers de De Parcieux.
65	619	638	569
70	483	505	447
75	357	374	304
80	205	219	170
85	89	95	69
90	34	30	16
95	8	7	
100	1		

On ne peut qu'être surpris du peu d'étendue des écarts entre la table de M. de Châteauneuf et celle de M. Potiquet.

Elles ont, il est vrai, une partie commune : ce sont les Membres de l'Institut de 1795 à 1839 pour les trois anciennes Académies; mais cela ne semblait pas *à priori* devoir influencer les résultats au point de ne pas laisser de grandes différences. Si, toutefois, il en était ainsi, ce serait une confirmation de l'exactitude et du soin des auteurs, dont les travaux ont été absolument indépendants.

Les deux tables sont d'ailleurs notablement plus lentes que celle de De Parcieux. M. B. de Châteauneuf a été d'opinion que la vie calme des savants et des gens de lettres devait allonger leur existence, même au delà de celle des tontiniers de De Parcieux, qu'il regardait comme des têtes choisies. D'après ce qu'on sait aujourd'hui, il ne paraît pas que le choix des têtes ait une grande influence lorsqu'elles se choisissent elles-mêmes, comme dans les tontines. Quant à la vie calme des savants, il semble que notre confrère ait oublié au prix de quels efforts, de quels excès de travail s'acquiert la science : la passion même des lettres et des sciences n'entraîne-t-elle pas à passer des nuits à la poursuite d'une idée? et s'il y a lieu de s'étonner, c'est que les Membres des corps savants, usés par le labeur, aient pu conserver une vitalité à peu près semblable, ou peut-être un peu supérieure, à celle de la table de De Parcieux qui, malgré ses défauts, paraît représenter assez bien la vie commune. N'est-il pas à présumer que, pour supporter les grandes fatigues qu'imposent les lettres et les sciences portées au point d'ouvrir les portes des Académies, il faut être doué d'une vitalité plus grande qu'on ne le croirait au premier abord ; de sorte que, malgré d'immenses travaux, qui ne trouvent jamais les jours assez longs, malgré les imprudences de l'homme de lettres et du savant, il reste à des constitutions d'élite une existence assez prolongée là où des tempéraments moins robustes auraient succombé. Ces réflexions se présentent naturelle-

ment quand arrive le souvenir de tous ces jeunes gens paraissant pleins d'avenir et qui s'éteignent en si grand nombre sur les avenues de la science.

De quelque manière qu'on veuille s'expliquer le fait qu'offrent les tables qui viennent d'être reproduites, il sera bon de se rappeler qu'elles sont uniquement l'expression de ce qui s'est passé parmi un nombre de personnes relativement petit (environ 1300), et qu'il ne faut pas les considérer comme une loi de mortalité qui exigerait des nombres tout autrement considérables. Ces tables disent seulement : si mille individus de trente-cinq ans se survivaient comme cela s'est passé dans les Académies, en gardant les mêmes proportions, ils se succéderaient ainsi.

Il convient de faire remarquer que ces tables ont été déduites des rapports de décès aux nombres de vivants dans chaque âge, sans y rien changer. Voici un tableau de ces rapports de cinq en cinq ans :

Rapports de mortalité (nombre de décès sur 1,000 en cinq ans).

	Anciennes Académies (M. de Châteauneuf).	Institut (M. Potiquet).	Tontiniers de De Parcieux.
De 35 à 40 ans	44	36	53
40 45	53	36	53
45 50	46	36	66
50 55	92	84	95
55 60	89	91	120
60 65	134	144	147
65 70	220	208	215
70 75	261	259	319
75 80	427	415	441
80 85	564	568	593
85 90	617	683	771
90 95	768	750	

On voit que la mortalité des tables académiques à tous les âges est inférieure à celle de la table de De Parcieux, sauf de soixante-cinq à soixante-dix ans. Pour cet intervalle, M. de Châteauneuf a trouvé deux cent vingt décès sur mille individus de soixante-cinq ans ; il n'en est donc arrivé que sept cent vingt à soixante-dix ans. De Parcieux n'indique que deux cent quinze décès, et par conséquent sept cent quatre-vingt-cinq survivants après cinq ans. M. Potiquet n'a constaté que deux cent huit décès sur mille au même âge, et la supériorité des temps récents se maintient à tous les âges.

Comme on est habitué à juger de la vitalité par la comparaison des vies moyennes à chaque âge, il n'a pas paru superflu d'ajouter ici le tableau

des vies moyennes des trois tables précédentes, sans prétendre, bien entendu, les adopter comme les véritables vies moyennes assignables aux Membres de l'Institut. On va reconnaître combien les tables se rapprochent à ce point de vue.

Vies moyennes.

	Anciennes Académies (M. de Châteauneuf).	Institut (M. Potiquet).	Tontiniers de De Parcieux.
	ans.	ans.	ans.
A 35 ans	32,59	33,58	30,88
40	28,97	29,74	27,47
45	25,43	25,74	23,88
50	21,54	21,65	20,38
55	18,45	18,41	17,24
60	15,04	14,99	14,25
65	11,94	12,05	11,25
70	9,58	9,57	8,63
75	7,04	7,02	6,51
80	5,87	5,28	4,75
85	4,66	4,16	3,34
90	3,51	2,68	2,08

Il y aurait encore bien des conséquences à déduire des listes de M. Potiquet : telle serait d'abord une table de mortalité des correspondants; mais il convenait, d'une part, de circonscrire ici les citations, et, d'une autre part, il eût été difficile de demander à l'auteur des dépouillements spéciaux de son livre à de nombreux points de vue.

La Commission donne à ce travail consciencieux le prix fondé par M. de Montyon.

Elle a accordé une mention honorable à la partie statistique d'un ouvrage de M. **Thévenot** sur le canton de Ramerupt. L'auteur, à dire vrai, a plus approfondi l'historique de ce petit canton du département de l'Aube que la statistique proprement dite. Les renseignements relatifs à l'agriculture sont nombreux et intéressants; mais tout ce qui se rapporte à la population est très-abrégé et semble pris simplement aux sources officielles. C'est cependant le mouvement de la population qui seul peut mettre en plein jour la valeur des documents agricoles. La description du canton donne l'idée d'une situation florissante, et cependant l'auteur constate que, de 1826 à 1866, la population recensée n'a cessé de décroître : de 9095 habitants à la première époque, elle est descendue à 7 854 dans la dernière. Un pareil fait, durant quarante années sans interruption, méritait bien d'être le sujet de recherches spéciales; et la diminution des naissances, qui

date de plus loin encore, aurait dû attirer toute l'attention de l'auteur; mais à peine en parle-t-il dans le texte ; les faits ressortent dans des tableaux sur lesquels il n'est fait aucune réflexion. C'est cependant pour de petites agglomérations, comme le canton de Ramerupt, qu'il est possible de trouver sans trop de difficultés tous les détails qui rendent une statistique intelligible. C'est là qu'il est permis de lier les unes aux autres les diverses classes de faits, sans se livrer aux conjectures et aux hypothèses qui, trop souvent, se mêlent à la statistique, ou même la remplacent tout à fait. Malgré ces défectuosités, la partie statistique entièrement agricole, comme il a été dit tout à l'heure, montre que l'auteur n'a pas épargné ses recherches sur les points qui lui paraissaient importants ; aussi son ouvrage a-t-il été imprimé dans les Mémoires de la Société académique de l'Aube, qui l'avait couronné dans un de ses concours (1).

Une autre mention honorable est également accordée à une brochure touchant l'*influence de la température sur la mortalité de Montpellier*, par M. **A. Castan**. L'auteur n'a recueilli que les décès de dix années, de 1859 à 1868 ; mais la mortalité des enfants au-dessous de deux ans est tellement prononcée pendant les mois de juin, juillet et août, qui emportent près de la moitié des décès de cet âge, qu'il ne peut rester de doute sur l'influence funeste de la saison d'été sur les enfants.

C'est, au contraire, la saison d'hiver (décembre, janvier et février) qui frappe le plus les vieillards à partir de l'âge de soixante ans.

Mais il ne suffisait pas des décès pour bien reconnaître les effets de la mortalité et de la température : le rapprochement des naissances était indispensable, et même le recensement par âges. A la vérité, ce genre de recherches devient très-difficile dans une grande ville telle que Montpellier. Il a été publié plusieurs volumes sur la population de Montpellier ; malheureusement les tables qu'ont formées Mourgues, Murat et d'autres pour cette ville sont construites d'après des principes inexacts et sont à bon droit suspectes. M. Castan a eu toute raison de recommencer cet examen, et, s'il ne l'a pas exécuté complétement, du moins n'a-t-il tiré aucune con-

---

(1) L'Académie n'ignore pas que le petit bourg de Ramerupt était la patrie d'adoption de M. Ch. Delaunay, l'illustre astronome qui vient de lui être ravi si prématurément par une mort affreuse. Il n'était pas possible de passer sous silence le nom de notre regretté confrère et sa fin déplorable en parlant de Ramerupt; car le livre dont il vient d'être question rappelle plus d'une fois ce nom en termes élogieux ; M. Delaunay avait fait construire une maison d'école pour les filles, sous l'invocation de sainte Olympe, et en avait fait don à la commune de Ramerupt, il y a environ quinze ans.

séquence que ne semblent justifier les chiffres qu'il a publiés. C'est un mérite réel; mais la constatation des causes qui rendent l'été plus dangereux pour les enfants dans une grande partie du midi de la France est encore à achever.

Il a été présenté à la Commission un *Rapport sur la statistique de trois hôpitaux de Lisbonne*, par le Dr P.-F. da Costa Alvarenga. Le concours ouvert par M. de Montyon n'admettant que des ouvrages relatifs à la France, la Commission n'avait pas à se prononcer sur ce travail. Toutefois elle a cru devoir consigner ici le motif péremptoire prescrivant d'écarter du concours un travail qui ne lui a point paru sans mérite.

En résumé, la Commission décerne :

1° Le prix de Statistique pour 1870 à M. **A. Potiquet**, pour son ouvrage intitulé : l'*Institut de France, ses diverses organisations, ses Membres, ses Associés et ses Correspondants* (1 vol. in-8°; Paris, 1870);

2° Une mention honorable à M. **A. Thévenot**, pour la partie relative à l'Agriculture de sa *Statistique générale du canton de Ramerupt* (1 vol. in-8°; Troyes, 1868);

3° Une mention honorable à M. **A. Castan**, pour son Mémoire intitulé : *De l'influence de la température sur la mortalité de la ville de Montpellier* (brochure in-8°; Montpellier, 1870).

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Regnault, Balard, Fremy, Wurtz, Cahours, Chevreul rapporteur.)

La Section de Chimie a l'honneur de déclarer à l'Académie que pour l'année 1870 elle a décerné à MM. de Clermont, Gal et Grimaux, comme encouragement, une somme de *dix-sept cents francs* à chacun d'eux, pour les travaux de Chimie organique suivants :

A M. de Clermont, pour ses recherches : 1° sur la production des éthers phosphorique et carbonique résultant de la réaction, soit de l'éther iodhydrique et du phosphate d'argent, soit du même éther et du carbonate d'argent; 2° sur le nouvel alcool, l'hydrate d'octylène et la production du

glycol correspondant, le glycol octylique; alcool isomère avec l'alcool octylique de Bouis, provenant de la distillation de l'huile de ricin et de la potasse; 3° action de l'iode et de l'iodure de cyanogène sur l'essence de térébenthine, donnant naissance à des composés qui, soumis au contact de l'oxyde d'argent, produisent des corps oxygénés nouveaux. M. Schutzenberger a coopéré à ce travail.

A M. **Gal**, pour ses travaux sur : 1° des dérivés chlorés et des dérivés bromés provenant de la réaction du chlore et du brome sur des acides anhydres; 2° la réaction des hydracides et des éthers composés, analogue à celle des acides anhydres et de ces mêmes éthers; 3° ces réactions appliquées aux *éthers cyaniques de Cloëz* ont démontré que ces derniers composés sont les véritables *éthers cyaniques;* ils sont isomères des *éthers cyaniques de Wurtz;* 4° les dérivés chlorés et bromés du chlorure et du bromure d'acétyle; 5° les acides amidés et leurs éthers en commun avec M. Cahours.

A M. **Grimaux**, pour ses recherches : 1° sur la production de l'éther gallique et les dérivés bromés de l'acide gallique; 2° sur la cinnaméine et la métacinnaméine de Fremy. La métacinnaméine est du cinnamate de benzyle pur, et la cinnaméine est du cinnamate de benzyle souillé de matière huileuse; 3° sur la production d'un glycol aromatique, le glycol tollylénique, analogue au glycol vinique de Wurtz. Ce glycol, dissous dans l'eau tenant de l'acide chlorhydrique ou de l'acide bromhydrique, ou encore de l'acide iodhydrique, se transforme en chlorure, en bromure, en iodure, à la température de l'eau bouillante.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

(Commissaires: MM. Andral, Nélaton, Brongniart, Bussy rapporteur.)

L'Académie ne sera pas surprise en apprenant qu'aucun Mémoire pour le prix Barbier ne lui a été adressé dans le courant de l'année 1870. Elle n'a pas oublié que les communications qui lui ont été faites dans le cours de cette année, si douloureuse et si troublée, avaient presque exclusivement pour objet les besoins de la défense et l'obligation de pourvoir à toutes les difficultés du moment.

De semblables préoccupations laissaient peu de place, on le conçoit, aux concours purement académiques.

Dans cette circonstance, la Commission a pensé que c'était particulièrement le cas d'user de la faculté, que lui laissent les usages de l'Académie, d'admettre d'office au concours les travaux qui, par leur objet, rentrent dans les programmes publiés, bien que ces travaux n'aient pas été adressés spécialement en vue du prix à décerner.

La Commission a décidé, en conséquence, qu'elle devait signaler à l'Académie, comme dignes de son approbation, les travaux de M. Personne sur le chloral, agent thérapeutique introduit récemment dans la pratique médicale, et qui paraît appelé à rendre de grands services à l'art de guérir, à côté du chloroforme, de la morphine et des autres médicaments du même ordre, possédant comme lui, mais à des degrés variables, la précieuse propriété de provoquer le sommeil et d'abolir passagèrement la douleur.

Le chloral est connu depuis 1832. M. Liebig le découvrit en étudiant l'action du chlore sur l'alcool; mais depuis cette époque il n'avait été l'objet d'aucune application utile.

C'est l'action physiologique si remarquable du chloroforme, et ses rapports de composition avec le chloral, qui ont appelé de nouveau l'attention des chimistes et des physiologistes sur ce dernier composé et l'ont tiré de l'oubli dans lequel il était resté jusque-là.

On savait, par les beaux travaux de M. Dumas, que l'hydrate de chloral est susceptible de se transformer, sous l'influence des alcalis et des carbonates alcalins, en chloroforme et en acide formique; il était permis dès lors de se demander si une semblable transformation ne pourrait pas s'opérer au sein de l'économie, sous l'influence des liquides alcalins qui s'y rencontrent, et particulièrement du sang, de manière à faire naître le chloroforme dans l'intérieur même des organes sur lesquels il doit agir.

Guidé par cette vue théorique, M. Oscar Liebreich a eu l'idée d'administrer l'hydrate de chloral à des animaux et à l'homme. Les effets physiologiques observés, semblables, dans une certaine mesure, à ceux produits par le chloroforme, paraissaient de nature à justifier ses prévisions; cependant ces premiers essais de M. Liebreich, répétés tant en France qu'à l'étranger, donnèrent des résultats qui ne furent pas toujours conformes à ceux qui avaient été annoncés.

Certains expérimentateurs, repoussant sa manière de voir, admettaient

que le chloral agit par une action qui lui est propre et tout à fait indépendante du chloroforme.

Pour arriver à une conclusion certaine, il était nécessaire, d'abord, de s'assurer de la pureté et de l'identité du produit employé dans les diverses expériences ; M. Personne ne tarda pas à reconnaître que l'on employait, sous le nom d'*hydrate de chloral*, des produits à des degrés différents de pureté et n'ayant pas toujours la même composition.

En partant des indications fournies par M. Dumas, il a formulé un procédé de préparation qui fournit un hydrate de chloral toujours identique.

Certain de la pureté du produit qu'il avait à sa disposition, M. Personne a pu attaquer la question posée par l'expérience de M. Liebreich : l'hydrate de chloral se transforme-t-il réellement dans l'économie de manière à produire du chloroforme, conformément à la théorie chimique?

Des doutes très-légitimes pouvaient exister à cet égard; certains expérimentateurs niaient, comme nous l'avons dit, que les effets observés dussent être rapportés au chloroforme. D'autre part, le sang des animaux soumis à l'action de l'hydrate de chloral ne manifeste point l'odeur de chloroforme, si facile à constater chez les animaux chloroformés. Il y a plus : si l'on ajoute à du sang récemment extrait de la veine de l'hydrate de chloral, de manière à se placer dans les conditions les plus favorables, suivant la théorie, pour la production du chloroforme, on ne perçoit encore aucune odeur, lors même qu'on élève la température du mélange jusqu'à près de 40 degrés.

Une expérience décisive était donc nécessaire; il fallait démontrer si, malgré les apparences contraires, le chloroforme se produit dans l'économie par suite de l'ingestion du chloral.

M. Personne a procédé de la manière suivante :

Il a fait prendre à un chien de forte taille 8 grammes de chloral.

Lorsque l'animal a été sous l'influence de l'agent chimique et dans un tat d'anesthésie à peu près complet, il a extrait par la veine jugulaire une portion notable du sang, dans lequel il a recherché la présence du chloroforme.

Le procédé suivi, que nous ne pouvons rapporter en détail, a consisté à faire passer dans le sang, maintenu à une température voisine de 40 degrés, un courant d'air qu'on dirige dans un tube chauffé au rouge, dont l'extrémité plonge dans un flacon renfermant une dissolution de nitrate d'argent; le chloroforme que le sang pourrait contenir est entraîné par l'air, il est ensuite décomposé par la chaleur, et les produits de cette dé-

composition, en passant dans le nitrate d'argent, y font naître un précipité de chlorure d'argent provenant du chlore du chloroforme décomposé (1).

Cette expérience, plusieurs fois répétée dans des conditions variées, a toujours donné un résultat positif et accusé la présence du chloroforme dans le sang des chiens soumis à l'influence du chloral.

En opérant de la même manière sur le sang auquel on avait ajouté directement de l'hydrate de chloral, M. Personne a démontré qu'il se produit également du chloroforme, et que, si la présence de ce composé n'est pas appréciable à l'odorat, cela tient à l'odeur propre du sang qui masque celle, d'ailleurs très-faible, du chloroforme.

A l'appui de cette explication, M. Personne a fait voir que si l'on prend comparativement deux liquides analogues par leur composition et leur réaction alcaline, du sang d'une part et une dissolution de blanc d'œuf de l'autre, et qu'on ajoute à chacun une même quantité d'hydrate de chloral, l'odeur de chloroforme, qui est perceptible dans le blanc d'œuf, n'est pas sensible dans le sang, qui, néanmoins, en renferme une quantité appréciable par les procédés chimiques.

Ajoutons, en terminant, que dans le courant de ses recherches sur le chloral M. Personne a enrichi de plusieurs faits nouveaux l'histoire chimique de ce composé.

Il a découvert et étudié une combinaison du chloral avec l'alcool, qui a beaucoup d'analogie avec l'hydrate, et qu'on avait confondue avec ce dernier.

Enfin il a jeté une lumière nouvelle sur les rapports qui existent entre le chloral et l'aldéhyde, en montrant que l'on peut, par la substitution de l'hydrogène au chlore du chloral, produire de l'aldéhyde. Ce résultat confirme, par une méthode inverse, l'expérience de notre savant confrère, M. Wurtz, qui a prouvé de son côté qu'on pouvait obtenir le chloral en remplaçant par le chlore 3 équivalents d'hydrogène de l'aldéhyde. Ainsi se trouve démontrée, par deux procédés en quelque sorte complémentaires l'un de l'autre, l'opinion de Gerardt, qui considérait le chloral comme de l'aldéhyde trichlorée.

En résumé, M. Personne a démontré expérimentalement que l'idée qui a dirigé M. Liebreich est parfaitement fondée, que l'hydrate de chloral se dédouble réellement dans l'économie, en donnant naissance à du chloroforme.

---

(1) Le chloral en dissolution dans l'eau ne donne, dans les mêmes circonstances, aucun dépôt de chlorure d'argent.

L'alcalinité du sang, qui paraît être la cause déterminante de la production du chloroforme, en limiterait en même temps la quantité ; ce qui explique pourquoi la proportion qu'on y rencontre est toujours très-faible.

Au point de vue purement chimique, les travaux de M. Personne ont accru et précisé nos connaissances sur le chloral ; ils fournissent une base solide aux recherches de Chimie physiologique qu'on pourra entreprendre ultérieurement pour étendre les applications de ce précieux agent thérapeutique.

Par ces motifs, la Commission a décerné à M. **Personne** le prix Barbier, pour l'ensemble de ses recherches sur le chloral.

PRIX DESMAZIERES.

(Commissaires : MM. Decaisne, Duchartre, Naudin, Trécul, Brongniart rapporteur.)

Parmi les ouvrages envoyés pour concourir au prix Desmazières, la Commission a particulièrement distingué celui de M. le professeur **de Notaris**, sur les mousses de l'Italie, intitulé : *Epilogo della Briologia italiana*, travail considérable, qui vient pour ainsi dire couronner les autres travaux du même auteur sur l'étude des mousses de l'Italie.

M. de Notaris est un des doyens des botanistes italiens. Professeur de Botanique et directeur du Jardin des Plantes à Gênes depuis 1839, il s'est consacré presque entièrement à l'étude des Cryptogames de ce pays, et a contribué à nous faire connaître les végétaux de ce grand embranchement dont l'étude était généralement assez négligée dans les régions méridionales de l'Europe pendant le siècle dernier, après que Micheli avait cependant le premier donné l'exemple de l'étude approfondie de quelques-uns d'entre eux.

Depuis une cinquantaine d'années, cette étude a repris avec une nouvelle ardeur, et les botanistes italiens ont contribué activement à nous faire connaître ces végétaux inférieurs, qui avaient paru pendant longtemps être plus spécialement le domaine des botanistes du nord de l'Europe.

M. de Notaris a pris une large part à ces recherches sur toutes les branches de la Cryptogamie ; les champignons, les algues, les lichens, les hépatiques, les mousses ont été également le sujet de ses études et de ses observations ; sur tous ces points il a fait faire à la science des progrès notables.

L'ouvrage sur les mousses de l'Italie qu'il a présenté à l'Académie pour le prix Desmazières est ainsi, pour cette famille, le résultat de recherches commencées, il y a plus de trente ans, par la publication en 1838 d'un *Syllabus muscorum Italiæ*, suivie de plusieurs autres travaux sur le même sujet.

L'ouvrage publié en dernier par M. de Notaris n'est pas simplement une énumération des mousses de l'Italie : il est basé sur une étude approfondie des petits végétaux que cette famille renferme; il a souvent perfectionné leur classification et réuni de nombreux documents sur leur distribution géographique, depuis les Alpes italiennes jusqu'à l'extrémité méridionale de la Péninsule et de la Sicile.

La Commission, en lui accordant le prix Desmazières, a pensé qu'elle couronnait non-seulement un très-bon ouvrage, mais qu'elle récompensait un savant dont toute la vie a été consacrée à l'étude consciencieuse et approfondie de la Cryptogamie italienne.

Un autre ouvrage avait été adressé à l'Académie pour le concours Desmazières; il a pour titre : *Cryptogamie illustrée ou Histoire des familles naturelles des plantes acotylédones d'Europe ; famille des Champignons*, par M. **Casimir Roumeguère.**

Cet ouvrage n'a pas, comme ceux de M. de Notaris, le caractère d'études originales et de recherches propres à l'auteur, mais il consiste dans un exposé fort étendu des connaissances acquises sur ce groupe important de végétaux, et il avait été précédé en 1868 d'un travail semblable sur les lichens.

L'auteur considère les champignons à tous les points de vue, leur organisation, leur mode de reproduction, leurs propriétés utiles ou dangereuses et enfin leur classification et les caractères des genres nombreux établis parmi eux. Les figures, qui paraissent reproduites d'après divers ouvrages, quoique l'origine n'en soit pas indiquée, représentent tous ces genres et même un assez grand nombre d'espèces, sur des planches qui peuvent en faciliter la détermination, quoique assez grossièrement lithographiées.

L'auteur est bien au courant des travaux les plus récents sur ces végétaux remarquables, et sans qu'on trouve dans son ouvrage l'indication de recherches originales, on doit reconnaître qu'il présente un exposé bien fait de l'état actuel de la science, qu'il peut sous ce rapport rendre des services à ceux qui voudront se livrer à l'étude souvent si difficile de ces

végétaux. A ce point de vue il a paru à la Commission mériter d'être cité honorablement dans ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Brongniart, Tulasne, Trécul, Duchartre, Emile Blanchard rapporteur.)

Si le prix Thore doit être la récompense de l'étude approfondie d'un type de la classe des Insectes, il ne saurait être mieux attribué cette année qu'à l'ouvrage sur les métamorphoses des Coléoptères (*De metamorphosi Eleutheratorum observationes*), par M. **J.-C. Schiödte**, professeur à l'Université de Copenhague.

Pour faire comprendre l'intérêt et apprécier le mérite des recherches de M. Schiödte, il est utile de rappeler en peu de mots combien il a été difficile aux naturalistes de parvenir à connaître seulement les formes générales des Coléoptères pendant le premier âge. En général, les larves des Lépidoptères se rencontrent aisément ; il est facile de les élever en captivité ; aussi, depuis une époque déjà un peu ancienne, ces insectes ont été très-passablement observés dans leurs caractères extérieurs et dans leurs habitudes. Au contraire, les larves de Coléoptères vivant, pour la plupart, cachées, ayant parfois une existence longue, périssant si, confinées dans un espace étroit, elles ne trouvent pas réunies toutes les conditions qu'elles recherchent en état de liberté, c'est avec de grandes peines et une extrême lenteur que se sont faites nos connaissances sur les premiers âges et sur les métamorphoses des espèces appartenant à cet ordre d'animaux articulés.

Longtemps sur les premiers états des Coléoptères il n'y eut que des observations détachées, en général assez imparfaites ; seulement, en 1855, deux naturalistes belges, MM. Chapuis et Candèze, donnèrent la description de toutes les larves alors connues et de celles qu'ils avaient découvertes et plus ou moins étudiées ; l'examen des parties caractéristiques était demeuré très-incomplet. M. Schiödte, s'emparant du sujet et se livrant à des recherches actives pendant une longue suite d'années, est parvenu à découvrir presque toutes les larves des Coléoptères qui habitent le nord de l'Europe ; il en a observé le genre de vie et la transformation. L'étude du savant de Copenhague ne ressemble pas à celle de ses prédécesseurs : les larves dans l'ensemble, le système tégumentaire et le système appendiculaire ont été l'objet d'un examen scrupuleux. Des figures d'une exécution vraiment remarquable mettent en évidence tous les détails caractéristiques

et permettent toutes les comparaisons. En résumé, le travail de M. Schiödte est une œuvre absolument originale, qui avance considérablement nos connaissances sur les métamorphoses des représentants de toutes les familles d'un ordre de la classe des Insectes.

La Commission, en décernant le prix Thore à l'ouvrage de M. **Schiödte**, propose à l'Académie d'augmenter de 400 francs, provenant d'un reliquat de la même fondation, la somme ordinaire affectée à cette récompense.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Coste, Dumas, Émile Blanchard rapporteur.)

Le sujet mis au concours, une étude relative à l'*Anatomie comparée des Annélides*, semblait propre à exciter le zèle des jeunes naturalistes. Il y a dans l'organisation des Annélides des particularités si remarquables, entre les types une diversité telle, et, comme on l'a rappelé dans le programme, des lacunes encore si nombreuses dans l'histoire de ces êtres, surtout pour les organes de la génération, qu'on a la certitude de mettre en lumière des faits d'un intérêt réel en poursuivant des recherches avec persévérance et habileté. Les termes très-généraux dans lesquels le sujet a été indiqué laissaient aux concurrents toute liberté de diriger leurs investigations sur les types qu'ils pourraient être entraînés à choisir, soit par suite d'une préférence, soit à cause de circonstances favorables. Néanmoins, un seul concurrent s'est présenté.

M. **Léon Vaillant**, déjà connu par des travaux antérieurs, notamment par des recherches sur les animaux de la mer Rouge, auxquelles l'Académie accorda, en 1866, le prix Savigny, a envoyé deux Mémoires. Le plus considérable est l'étude anatomique de deux espèces de sangsues marines, appartenant au genre Pontobdelle. Ces annelés, faciles à reconnaître aux gros tubercules disséminés sur le corps, n'avaient jusqu'alors donné lieu à aucune recherche bien approfondie. M. Vaillant a porté l'attention sur les différentes parties de l'organisme; il a observé avec un soin particulier la structure des couches tégumentaires et des parois de l'appareil digestif; à l'égard des organes de sécrétion et de l'appareil de la génération, il a signalé plusieurs faits notables et mieux assuré nos connaissances sur certains points encore

imparfaitement éclaircis. Comme la plupart des espèces de sangsues vivent dans les eaux douces, un intérêt spécial s'attache aux rares représentants du groupe qui habitent la mer; l'auteur a compris l'utilité de comparaisons rigoureuses entre ces êtres, soumis à des conditions biologiques diverses, et il a convenablement rapproché ses observations de toutes celles qui ont été faites sur les Hirudinées en général.

Le second Mémoire dont nous avons à rendre compte est relatif à certaines espèces du groupe des Lombrics, assez récemment découvertes à Ceylan, aux îles de la Sonde, à l'île Maurice (1). Plusieurs de ces annelés, qui se distinguent de nos vers de terre par la présence de soies disposées d'une façon régulière sur tous les anneaux du corps, avaient été décrits par M. Schmarda; ils n'avaient encore été l'objet d'aucune recherche anatomique. M. Vaillant s'est appliqué à l'étude minutieuse des caractères extérieurs en vue de la classification des Lombricines, mais il a également examiné l'organisation interne. La disposition du système nerveux, la configuration de l'appareil digestif et des organes de la génération ont été décrites et fidèlement représentées. Ces observations ont permis à l'auteur de préciser des rapports et des différences entre les Lombrics étrangers (*Perichœta*) et les espèces européennes, et même d'étendre les comparaisons jusqu'à d'autres types d'annelés, particulièrement les Naïdes.

A ces travaux, relatifs à la grande division des Annélides, M. Vaillant a joint un Mémoire sur le développement d'une Planaire marine (*Polycelis lœvigatus*) (2). Nous croyons qu'il nous est permis d'en faire une mention, car il s'agit, sinon d'un annélide, du moins d'un annelé, et un résultat important a été acquis : la constatation de l'absence de métamorphoses chez les vers du type des Planariées.

La Commission, reconnaissant dans cet ensemble de travaux intéressants pour l'histoire anatomique et physiologique des Annélides de nombreux faits bien observés et beaucoup de conscience dans la recherche, accorde le prix Bordin, pour l'année 1870, à M. **Léon Vaillant**.

---

(1) *Sur l'anatomie de deux espèces du genre* Perichæta *et Essai de classification des Annélides lombricines.*

(2) *Remarques sur le développement d'une Planariée dendrocèle : le* Polycelis lævigatus.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Blanchard, de Quatrefages, Robin, Longet, Milne Edwards rapporteur.)

Le prix institué en souvenir de Savigny par le légataire de ce savant éminent est d'une application fort restreinte. En effet, d'après les dispositions testamentaires du fondateur, cette récompense est réservée aux naturalistes qui, sans avoir reçu de l'Etat un concours pécuniaire, auront fait des recherches importantes sur les animaux invertébrés de la mer Rouge. Aussi le nombre des travaux qui rentrent dans les conditions du concours est-il toujours fort restreint, et cette année un seul ouvrage de cet ordre, dont l'auteur est M. **A. Issel**, de Gênes, avait été soumis à notre jugement ; mais la Commission, usant du droit que l'usage a depuis longtemps établi, a également pris en considération un autre travail qui ne lui avait pas été adressé, mais qui lui paraissait digne des encouragements de l'Académie, savoir : une publication de M. **R. Mac-Andrew** sur les résultats obtenus à l'aide de dragages pratiqués par ce naturaliste aux environs de Suez.

Le livre de M. Issel, intitulé *Malacologia del mar Rosso* (1), se rattache d'une manière étroite aux travaux de Savigny.

On sait que les longues et patientes recherches de Savigny sur les animaux invertébrés de la mer Rouge furent complétement arrêtés vers 1820 par une maladie nerveuse qui priva ce savant de l'usage de ses yeux et lui rendit tout effort de l'esprit impossible. Or l'Etat avait fait graver à grands frais une série nombreuse de magnifiques planches destinées à accompagner ce travail et à prendre place dans l'ouvrage monumental que préparait alors la Commission scientifique de l'Institut d'Egypte ; mais, faute du texte correspondant, cet atlas restait sans emploi, et, après quelques années d'attente, l'Administration, voulant terminer sans plus de retard cette publication, renonça à l'idée d'y comprendre les planches de Savigny et en avait même ordonné la suppression lorsque M. Cuvier, appréciant tout l'intérêt qu'offrait la partie iconographique du travail de Savigny, même dans cet état incomplet, intervint auprès du gouvernement et obtint l'autorisation de faire paraître les planches en question, accompagnées seulement d'une explication très-sommaire dont l'impression pouvait être promptement achevée. Audouin fut chargé de la rédaction de cette explication ; mais n'ayant à sa

(1) Un volume in-8°, publié à Pise en 1869.

disposition aucun des objets que Savigny avait fait représenter, et pressé par le délai fixé pour la clôture de l'opération, il lui fut impossible d'arriver à des déterminations spécifiques satisfaisantes, et il dut se borner à donner quelques indications générales. Il en résulta que plusieurs des parties principales du travail iconographique de Savigny restèrent provisoirement peu utilisables, et que, pour y donner toute leur valeur scientifique, il était nécessaire d'étudier à nouveau la Faune maritime de l'Egypte en vue de la détermination des espèces représentées par ce naturaliste.

M. Issel, après avoir exploré le golfe de Suez, a fait ce travail pour la partie de l'atlas de Savigny qui est relative à l'embranchement des Molusques; il a consacré une portion de son livre à l'explication des figures publiées par ce naturaliste, sans texte correspondant, dans le grand ouvrage sur l'Égypte, et il a rendu ainsi à la science un service notable, dont les zoologistes français doivent lui être particulièrement reconnaissants. Mais le mérite principal du travail de M. Issel consiste dans la comparaison attentive qu'il a faite des coquilles, soit récentes, soit fossiles, trouvées jusqu'ici sur les deux côtes opposées de l'isthme de Suez. Nous ne croyons pas devoir adopter toutes les conclusions qu'il a tirées de la discussion de ses observations ou des faits constatés par ses devanciers, mais nous nous plaisons à reconnaître que son livre est une acquisition très-utile pour la Zoologie géographique et qu'il est digne des encouragements de l'Académie.

Les recherches de M. Mac-Andrew sont d'un intérêt plus général, et nous sommes heureux de pouvoir, à l'occasion de ses observations sur la Faune sous-marine du golfe Arabique, appeler l'attention bienveillante de l'Académie sur les efforts persévérants de cet investigateur qui, depuis plus de vingt ans, explore, à l'aide de la drague, les grandes profondeurs de la mer, et qui a été l'un des premiers à donner aux recherches de ce genre une forte impulsion. Les résultats obtenus par M. Mac-Andrew, relativement à la Faune malacologique de la mer Rouge, comparés à celle de la mer Méditerranée, sont les seuls dont nous ayons à nous occuper ici (1). Ils diffèrent, à certains égards, de ceux présentés par M. Issel, et ils viennent à l'appui de l'opinion émise précédemment par M. Léon Vaillant et par M. Fischer, suivant lesquels les deux Faunes voisines, mais séparées par l'isthme de Suez, seraient complétement distinctes l'une de l'autre. Les

---

(1) *Report on the Testaceous mollusca obtained during a dredging-excursion in the gulf of Suez, in the months of February and March* 1869 (*Annals and Magazine of natural History*, 1870, vol. VI, p. 429).

faits constatés par M. Mac-Andrew, sans être suffisants pour trancher la question débattue entre M. Issel et les zoologistes que nous venons de citer, sont des éléments précieux pour la discussion de ce point dont l'intérêt est fort grand et dont la fixation deviendra de plus en plus difficile à mesure que la communication directe, entre la mer Rouge et la mer Méditerranée, due à M. de Lesseps, aura existé pendant un laps de temps plus considérable.

La Commission chargée par l'Académie de décerner le prix Savigny pour l'année 1870 a donc décidé que cette récompense serait partagée entre :

M. **Robert Mac-Andrew**, membre de la Société royale de Londres, et M. **A. Issel**, professeur de Zoologie à Gênes, et elle propose à l'Académie d'accorder à chacun de ces naturalistes une médaille d'or.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Andral, Cloquet, Nélaton, Bouillaud, Laugier, Cl. Bernard rapporteur.)

Pendant l'épidémie cholérique de 1849, M. Bréant institua un Prix de 100000 francs pour « celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique, ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau (1) ». Depuis 1854 que l'Académie a reçu le legs de M. Bréant, elle n'a pas décerné ce prix, et il est probable que de très-longtemps encore elle ne pourra le faire. En attendant, et en suivant toujours les intentions du testateur, elle consacre tous les ans la rente du capital à récompenser les travaux qui ont fait avancer la science sur une question relative soit au choléra, soit à quelque maladie épidémique ou contagieuse. Cette année, la Commission a fixé son attention sur les expériences de M. **Chauveau** sur les virus et les maladies virulentes.

Depuis l'origine de la Médecine, les maladies virulentes et contagieuses ont été l'objet d'opinions et d'hypothèses sans nombre; mais des problèmes d'une nature aussi complexe ne sauraient être élucidés par des discussions

(1) *Voir* le Rapport de la Section de Médecine et Chirurgie sur le legs Bréant, 20 octobre 1854. — Membres de la section : MM. Magendie, Serres, Andral, Velpeau, Claude Bernard rapporteur.

et des raisonnements; on a compris aujourd'hui qu'ils ne peuvent être résolus que par l'observation attentive et par l'expérimentation rigoureuse.

Depuis un certain nombre d'années, M. Chauveau a entrepris des recherches expérimentales sur les virus, qu'il poursuit avec persévérance et qui ont déjà fourni des résultats d'une grande importance. Les premières recherches de M. Chauveau ont porté sur le virus vaccin. Par des expériences ingénieuses et délicates, il est parvenu à séparer, dans le contenu de la pustule de vaccin, une sérosité vaccinale et des granulations moléculaires, de façon à pouvoir les inoculer isolément et comparativement, soit sur le même sujet, soit sur des sujets différents (enfant, cheval ou vache). Or les résultats de ces premières expériences comparatives l'ont amené à conclure que la sérosité vaccinale n'est pas virulente et que l'activité des virus réside dans des granulations solides (1). Examinant ensuite l'effet de la dilution sur le virus vaccin, M. Chauveau a vu que, par l'addition d'eau, les granulations virulentes se séparent et se déposent en laissant au-dessus d'elle une couche inactive pendant le repos du mélange; si alors on vient à agiter le liquide, ces granulations s'y répandent et communiquent la propriété virulente à toutes ses parties. M. Chauveau a constaté à ce sujet un fait dont l'importance n'échappera à personne : il a vu que du vaccin étendu de 50 fois son poids d'eau est aussi certain dans son action que du vaccin concentré; il a de même obtenu des inoculations avec du vaccin étendu de 150 fois son poids d'eau, mais d'une manière moins constante. Ce qui est encore bien digne de remarque, c'est que, dans ces cas, l'éruption vaccinale se comporta de la même façon; la pustulation suivit une marche absolument normale et présenta des caractères identiques à ceux de la pustulation produite par l'inoculation du vaccin pur (2).

Donnant une plus grande extension à ses recherches, M. Chauveau a appliqué la même méthode à la détermination du principe virulent dans le pus varioleux et dans le pus morveux. Sans entrer ici dans le détail des faits, il nous suffira de dire que les expériences ont conduit M. Chauveau aux mêmes conclusions, à savoir que dans le pus de la variole et de l'affection morveuse, comme dans le liquide vaccinal, l'activité spécifique qui constitue la virulence réside exclusivement dans les corpuscules élémentaires en suspension dans ces humeurs. Étudiant alors ces corpuscules virulents

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 289; 1868.
(2) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 317; 1868.

de plus près, il a constaté qu'ils peuvent être lavés sans perdre leurs propriétés spécifiques, et que leur séjour prolongé dans l'eau ne réussit pas à communiquer la virulence à ce liquide (1).

C'est en partant des données expérimentales précédentes et en s'appuyant sur d'autres observations faites sur la clavelée et la peste bovine que M. Chauveau a proposé une théorie de la contagion médiate (2) dans ces diverses maladies infectieuses.

M. Chauveau a encore abordé dans ses expériences une question du plus haut intérêt pour la Pathologie et l'Hygiène. Il régnait dans la Médecine une opinion fausse relativement à l'innocuité des substances virulentes introduites dans l'estomac; on supposait que les substances infectieuses étaient digérées et devenaient inactives lorsqu'on les ingérait dans le canal intestinal. M. Chauveau a démontré qu'il n'en est pas ainsi, et ses expériences à ce sujet ont particulièrement porté sur la matière tuberculeuse.

Enfin M. Chauveau continue en ce moment une série de recherches expérimentales comparatives sur les humeurs inflammatoires simples, sur les humeurs virulentes et autres productions morbides analogues.

En résumé, M. Chauveau est arrivé, relativement à l'étude des virus, à des résultats qui sont maintenant acquis à la science. Les virus cessent d'être des agents mystérieux insaisissables; il en a fixé un certain nombre et les a précisés dans des corpuscules solides.

Est-ce à dire qu'il faudrait maintenant généraliser ces données à toutes les maladies infectieuses ou contagieuses? La Commission ne saurait émettre cette conclusion, que M. Chauveau lui-même ne tire pas de ses travaux. Dans la méthode expérimentale, il ne faut jamais dépasser les faits, et les conclusions générales ne peuvent arriver qu'après l'étude rigoureuse de tous les cas particuliers. De même qu'il y a des ferments de diverses natures, les uns solubles, les autres insolubles, il pourrait exister des virus de différentes espèces. Quoi qu'il en soit, la Commission a reconnu que M. Chauveau, en soumettant l'étude des virus à la méthode expérimentale, s'est engagé dans une voie utile et féconde. M. Chauveau a déjà reçu les encouragements et les récompenses de l'Académie; la Commission a voulu lui donner un nouveau témoignage d'estime pour ses travaux en lui attribuant la rente du prix Bréant pour l'année 1870.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 828.
(2) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 696-746, 898-941.

PRIX MONTYON, MÉDECINE ET CHIRURGIE.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Cloquet, Nélaton, Laugier, Bouillaud, Andral, Robin, H. Larrey rapporteur.)

La Commission des prix de Médecine et Chirurgie, n'ayant pu se réunir l'année dernière, par suite de nos désastres, a l'honneur de proposer à l'Académie de décerner, pour le Concours de 1870, deux prix de *deux mille cinq cents francs* chacun, et trois mentions honorables *de mille cinq cents francs*.

Une analyse sommaire des différents travaux à récompenser suffira pour en faire apprécier la valeur scientifique.

Le rapporteur de la Commission demande seulement à l'Académie quelques instants de bienveillante attention.

PRIX.

M. le Dr **Gréhant**, aide naturaliste au Muséum (Mémoire manuscrit, n° 1), a été mis en première ligne pour ses savantes *recherches physiologiques et médicales sur la respiration de l'homme*.

La mesure du volume d'air contenu dans les poumons de l'homme vivant n'avait jamais été faite jusqu'ici d'une manière exacte. M. Gréhant a employé, pour l'obtenir, un procédé très-simple, consistant à mélanger les gaz des poumons avec un volume connu d'hydrogène pur, et à faire l'analyse eudiométrique du mélange.

Il suffit, en effet, d'introduire d'abord dans une cloche, fermée par un robinet à trois voies, un volume égal à $\frac{1}{2}$ litre d'hydrogène. On met ensuite en communication la cavité buccale avec l'intérieur de la cloche, juste à la fin d'une expiration faite dans l'air. Plusieurs mouvements respiratoires exécutés dans la cloche mélangent, d'une manière homogène, l'hydrogène inspiré avec les gaz contenus normalement dans les poumons. Le résultat de l'analyse fait connaître aussitôt à quel volume total de gaz le demi-litre a été mélangé.

L'auteur de ces recherches a étudié aussi le mécanisme du renouvellement de l'air dans les poumons par les mouvements respiratoires.

Il a fait respirer à un homme $\frac{1}{2}$ litre d'hydrogène, qui est la capacité d'inspiration ordinaire, puis, en faisant suivre aussitôt ce mouvement d'un mouvement d'expiration de valeur égale, M. Gréhant a reconnu que ce $\frac{1}{2}$ litre de gaz contient un tiers d'hydrogène et deux tiers d'air vicié venant du poumon.

Cette expérience démontre que, dans les conditions de la respiration normale, quand nous faisons une inspiration de $\frac{1}{2}$ litre d'air pur, nous rejetons dans l'atmosphère, par l'expiration suivante, un tiers d'air pur mélangé à deux tiers d'air vicié, de sorte que les deux tiers de l'air pur pénètrent dans les poumons.

En poursuivant ces études expérimentales, l'observateur a vu que la portion d'air inspiré, qui n'est pas rejetée par l'expiration suivante, se trouve distribuée uniformément dans toute l'étendue des bronches et jusque dans les vésicules pulmonaires.

Ce résultat, que l'on ne pouvait prévoir, montre avec quelle perfection l'air, incessamment vicié par le contact du sang, est renouvelé par les mouvements respiratoires.

M. Gréhant, pour apprécier les causes diverses d'arrêt du renouvellement de l'air, dans les poumons, a fait construire un appareil qui permet d'établir facilement la respiration artificielle, et qui est non-seulement utile dans les laboratoires de physiologie, mais encore pourrait être employé à entretenir la respiration de l'homme.

C'est à l'aide de cet appareil que l'ingénieux expérimentateur a étudié toutes les conditions d'une bonne respiration artificielle, en reconnaissant d'ailleurs, pour le prévenir, le danger des manœuvres exagérées à cet effet.

En résumé, les recherches de M. Gréhant se rapportent à deux points principaux : 1° à la mensuration de la capacité pulmonaire dans l'état normal, déterminée d'une manière rigoureuse; 2° au mécanisme du renouvellement de l'air dans les poumons, soit à l'état normal, soit dans la respiration artificielle.

Les membres de la Commission, qui ont été témoins, au laboratoire du Collége de France, des principales expériences de l'auteur, ont été frappés de leur précision et des applications qu'elles pourraient offrir à la Physiologie pathologique, peut-être même aussi à la Thérapeutique médicale.

» C'est pourquoi la Commission propose à l'Académie de décerner à M. Gréhant un prix de Médecine de la valeur de *deux mille cinq cents francs*.

M. le Dr Blondlot, professeur à l'École de Médecine de Nancy, a présenté à l'examen de la Commission (sous le n° 17) une série de Mémoires, au nombre de huit, qu'il a publiés à diverses époques, concernant des

questions litigieuses de Médecine, de Chimie toxicologique et de Physiologie.

Le nombre et la variété de ces travaux en rendent l'analyse assez difficile; mais elle n'est pas nécessaire ici, puisqu'elle a déjà été faite et même insérée, sous forme d'extraits, dans les *Comptes rendus* (vol. XXXVII à LX).

La Commission de l'Académie, dans le jugement favorable qu'elle a porté sur les *Recherches toxicologiques* de M. Blondlot, n'a pas seulement pris en considération leur caractère scientifique particulier, soit sur l'*arsenic* et l'*acide arsénieux*, soit sur le *phosphore*, sur l'*antimoine*, sur l'*acide sulfurique* ou sur la *constatation médico-légale des taches de sang*, etc., elle a encore étendu son examen sur l'ensemble des travaux adressés par l'auteur depuis 1842. Elle a particulièrement fixé son attention sur ceux qui ont acquis le plus d'importance dans la période de 1843 à 1852, et qui ont reçu de l'Académie une mention et un encouragement, pour lui proposer aujourd'hui d'accorder, non plus une simple récompense, mais un prix à M. Blondlot.

Ce savant modeste, ne disposant que de ressources restreintes, a su se créer, parmi les physiologistes et les médecins, une notoriété des plus honorables, par une série non interrompue de recherches utiles et bien faites.

La Commission, pour justifier auprès de l'Académie sa décision, peut se borner à lui rappeler que l'on doit à M. Blondlot l'introduction dans la Science de deux moyens remarquables d'expérimentation physiologique.

C'est lui, en effet, qui, s'inspirant, d'une part, de l'observation du Dr Beaumont, sur un Canadien porteur d'une fistule stomacale consécutive à une plaie d'arme à feu, c'est M. Blondlot qui a, le premier, établi des fistules gastriques sur des chiens survivant à cette expérience et conservant ensuite leur santé.

L'opération est devenue, depuis, tout à fait usuelle dans les laboratoires de physiologie, comme opération préliminaire ou même indispensable à de nombreuses recherches. Elle a permis, par exemple, de bien faire connaître tout ce qui concerne les sécrétions gastriques et les modifications éprouvées dans l'estomac par les diverses substances alimentaires, médicamenteuses, venimeuses et vénéneuses.

C'est, d'autre part encore, M. Blondlot qui a établi de même des fistules biliaires permanentes, et a fait de cette opération expérimentale, comme de la précédente, une pratique vulgarisée dans les laboratoires. En détournant ainsi la bile de l'intestin et en l'amenant au dehors, il a conduit les physio-

logistes à bien connaître les propriétés de ce liquide et son degré d'utilité dans la fonction de la digestion.

La Commission de 1843, en attribuant une mention honorable au premier travail de M. Blondlot, considérait le procédé nouveau, mis entre les mains des physiologistes et des chimistes, comme un moyen précieux qui leur permettrait sans doute d'étudier plus complétement que par le passé la théorie et le mécanisme des phénomènes de la digestion.

Ces espérances ont été depuis pleinement réalisées, non-seulement pour ce qui regarde le premier des procédés dus à M. Blondlot, mais encore en ce qui est relatif au second.

De plus, considérant que ce modeste et ingénieux expérimentateur a pris une part notable aux découvertes dont le savant rapporteur Flourens prévoyait la possibilité, il y a près de trente ans, la Commission accorde à M. **Blondlot**, de Nancy, un prix de *deux mille cinq cents francs.*

MENTIONS HONORABLES.

M. le Dr **Bérenger-Féraud**, médecin principal de la marine, a présenté au Concours (sous le n° 13) un livre intitulé : *Traité de l'immobilisation directe des fragments osseux dans les fractures.*

Cet ouvrage, formant un volume compacte de 740 pages avec 102 figures dans le texte, représente la monographie la plus savante et la plus complète sur une méthode encore exceptionnelle du traitement des fractures.

Le but de l'auteur a été, en effet, de généraliser et d'introduire dans la pratique chirurgicale une série de procédés mécaniques, mis en usage dans des cas particuliers, pour immobiliser les fragments d'une manière directe.

M. Bérenger-Féraud a fait pour ce long travail des recherches bibliographiques considérables, en classant ses nombreux matériaux dans un ordre synthétique. Il commence par établir que les moyens de traitement des fractures doivent être rangés désormais en deux grandes classes, savoir : l'immobilisation directe et l'immobilisation indirecte des fragments osseux.

Il fait l'histoire des moyens connus d'immobilisation directe, tels que les appareils de fixation des dents, les pointes et les griffes métalliques, la suture et la ligature des os.

Il analyse et commente, à ce sujet, deux cent vingt observations éparses dans les auteurs français, anglais, américains et allemands; il y joint les faits qui lui sont propres et compare les moyens entre eux, pour en déterminer le choix, suivant les circonstances.

L'exposé des indications et des contre-indications de la méthode est présenté avec beaucoup de soin et de sagacité, d'après les appréciations pratiques, soit pour les fractures récentes des os longs et celles des os courts, soit pour les pseudarthroses ou fausses articulations.

L'auteur a étendu ses recherches jusqu'aux applications de cette méthode à diverses opérations chirurgicales.

Il a enfin examiné attentivement les conditions de milieu et d'individualité susceptibles de favoriser son emploi, dans l'exercice de la chirurgie des villes, des campagnes et des armées.

Les conclusions du livre ressortent de la multitude des faits étudiés par l'auteur, qui, du reste, a eu soin de résumer chacun des chapitres, au point de vue particulier de l'immobilisation directe des fragments osseux.

Cette méthode, si utile, si efficace même qu'elle puisse être dans bien des cas, n'étant pas exempte d'inconvénients, sinon de dangers, ne doit être préconisée, au point de vue général, et mise en usage, que lorsque les moyens ordinaires d'immobilisation indirecte sont insuffisants à produire une réduction complète ou une coaptation fixe et soutenue des fragments d'une fracture.

Tous les chirurgiens, sans doute, s'associeront, comme nous, sauf quelques réserves, aux idées pratiques émises par l'auteur de ce travail consciencieux, en entrevoyant avec lui, dans l'emploi méthodique de l'immobilisation directe des fragments osseux, un progrès réel pour la thérapeutique des fractures et une ressource de plus pour les avantages de la chirurgie conservatrice.

En conséquence, la Commission regarde l'ouvrage de M. **Bérenger-Féraud** comme méritant la première mention, avec un encouragement de la valeur de *mille cinq cents francs*.

M. le Dr **Duclout**, de Sainte-Marie aux Mines, a envoyé (sous le n° 7) une brochure intitulée : *Relation de trois cas de fistules vésico-vaginales et d'un cas de fistule urétéro-utérine opérées avec succès.*

La première partie de ce travail ne présente rien de neuf. Elle consiste principalement en un exposé très-exact et en une critique judicieuse des méthodes et des procédés opératoires dont s'est servi la chirurgie, dans les trente années que nous venons de traverser.

Parmi les observations de fistules vésico-vaginales, l'une d'elles présentait seulement cette particularité, savoir : que l'orifice du trajet fistuleux ne put être mis en évidence, malgré l'emploi des moyens d'exploration

perfectionnés aujourd'hui, et cependant l'avivement de ses bords et la pose des sutures purent être exécutés avec assez de régularité pour assurer le succès de l'opération.

La quatrième observation a dû particulièrement appeler l'intérêt de la Commission, parce qu'elle se rapporte à une maladie très-rare et parce qu'elle nous fournit le premier cas de guérison d'une infirmité jusqu'ici réputée incurable. Il s'agit d'une communication accidentelle établie entre un point de l'uretère et la cavité utérine (fistule urétéro-utérine).

Disons d'abord que le diagnostic de cette affection, pouvant donner lieu à bien des erreurs ou à des incertitudes, a été établi d'une manière certaine, à l'aide des moyens d'exploration conseillés et appliqués autrefois par Auguste Bérard.

L'opinion des chirurgiens les plus autorisés déclarait les ressources de la médecine opératoire impuissantes aujourd'hui dans le traitement de ces fistules, et cependant M. Duclout n'a pas désespéré du succès d'une opération, dans ce cas particulier.

Nous n'avons pas ici à en décrire les détails, au point de vue de la pathologie et de la thérapeutique chirurgicales ; disons seulement que l'opérateur, étant parvenu à constater que l'uretère n'était pas oblitéré au-dessous de la fistule, n'hésita pas à aborder le traitement curatif. Il essaya d'abord, sans résultat, trois applications successives du cautère actuel sur le col utérin, dont il tenta ensuite l'oblitération, par avivement de son orifice, combiné avec la suture.

Trois opérations nouvelles furent pratiquées dans ce but, à intervalle environ de deux mois chacune, et eurent pour résultat une diminution graduelle de l'écoulement urineux, jusqu'à sa suppression complète. La guérison était effectuée.

Ce cas rare permettrait de soulever plus d'une question pratique et même d'adresser quelques objections à M. Duclout, s'il n'avait eu le mérite de démontrer la curabilité d'une affection chirurgicale dont, jusqu'à lui, on n'avait point osé entreprendre la guérison.

C'est pourquoi la Commission a jugé le Mémoire de M. le Dr Duclout digne d'une mention, avec un encouragement de *mille cinq cents francs*.

M. le Dr Léon Colin, médecin principal de l'armée, professeur à l'École de Médecine militaire du Val-de-Grâce, a présenté à l'Académie (sous le n° 23) un *Traité des fièvres intermittentes*.

L'auteur de cet ouvrage, s'appuyant surtout sur les faits qu'il a observés

en Algérie et en Italie, démontre l'influence des marais comme cause exclusive des affections dites *paludéennes*.

Considérant la *malaria* comme produite par la puissance végétative du sol, lorsque celle-ci n'est pas convenablement utilisée par l'homme, M. Colin recommande essentiellement d'assainir les pays marécageux, au moyen d'un système d'aménagement et de culture du sol propre à favoriser la force de rendement.

Cette première donnée présente une exposition bien faite et forme la base des chapitres relatifs à l'étiologie et à la prophylaxie.

Les mêmes chapitres font ressortir l'influence marquée des conditions sociales sur le développement et l'action de la *malaria*. L'auteur commence par en fournir la preuve, d'après les observations qu'il a recueillies à Rome. Elles lui ont permis de dresser un plan médical de la ville, d'où il déduit, à la fin de son livre, les règles à suivre pour l'emplacement hygiénique de la population, et surtout des étrangers en résidence dans les pays où règnent les fièvres.

Après avoir établi que les manifestations morbides de l'intoxication paludéenne peuvent être précédées d'une sorte de période latente, différant de la période d'incubation des manifestations virulentes, M. Colin démontre que la forme de ces manifestations dépend surtout de deux influences bien distinctes : 1° la température extérieure; 2° la date de l'intoxication.

L'*intoxication tellurique*, désignée déjà ainsi et admise par l'auteur comme terme préférable à celui d'intoxication palustre ou mieux paludéenne, s'applique, en effet, à des conditions plus générales de l'étiologie des fièvres intermittentes. Cela constituerait un fait d'une grande importance, s'il était constaté d'une manière irrécusable par d'autres observateurs, comme il l'a été par M. Colin en Algérie et en Italie, comme il le sera peut-être en Corse et ailleurs.

Une telle découverte, si elle tendait à se confirmer généralement, mériterait l'un des prix de l'Académie; mais, en attendant qu'elle se réalise d'une manière plus complète aux yeux du monde médical, elle est digne de fixer toute l'attention de l'Académie.

C'est pourquoi la Commission croit devoir accorder à M. **Colin** une mention honorable, avec un encouragement de *mille cinq cents francs*.

CITATIONS.

La Commission demande enfin à l'Académie d'honorer d'une citation les auteurs des ouvrages suivants :

M. le Dr **Raimbert** (n° 9), pour ses *Recherches expérimentales sur la transmission du charbon par les mouches* (ouvrage manuscrit);

M. le Dr **Bucquoy** (n° 24), pour ses *Leçons cliniques sur les maladies du cœur, professées à l'Hôtel-Dieu de Paris* (1 vol. in-8° de 170 pages, 1871);

M. le Dr **Hayem** (n° 31), pour son travail sur les *Myosites symptomatiques* (*Mémoires de la Société de Biologie*, 1866), et pour une *Note sur les rapports existant entre la mort subite et les altérations vasculaires du cœur, dans la fièvre typhoïde* (*Archives de Physiologie*);

Enfin MM. les Drs **Krishaber** et **Peter** (n° 4), pour trois monographies, l'une sur le *laryngoscope*, et les deux autres sur le *larynx*, au double point de vue de la *pathologie médicale* et de la *pathologie chirurgicale* (*Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*).

En résumé, la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie, sans désigner d'autres travaux du concours de 1870, propose à l'Académie de décerner :

1° Un prix de *deux mille cinq cents francs* à M. **Gréhant** ;
2° Un prix semblable à M. **Blondlot**;
3° Une mention honorable à M. **Bérenger-Féraud**;
4° Une mention honorable à M. **Duclout**;
5° Une mention honorable à M. **Léon Colin**;

de la valeur chacune de *mille cinq cents francs*.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. S. Laugier, Andral, Cloquet, Bouillaud, Robin, Nélaton rapporteur.)

Deux Mémoires ont été adressés à l'Académie pour concourir au prix Godard 1870, l'un de M. **Albert Puech**, sur l'atrésie des voies génitales de la femme, l'autre de M. **Jacques Jolly**, sur le cancer de la prostate.

Le premier est un travail considérable, un résumé très-complet de tout ce qui concerne la question. Plus de quatre cents observations rigoureusement analysées fournissent à l'auteur les éléments d'une description de toutes les variétés de ce genre de vice de conformation. Les atrésies vulvaires, vaginales, cervico-utérines simples et complexes sont successivement examinées; toutes les méthodes de traitement sont exposées avec précision et soumises à une appréciation toujours juste. Ce Mémoire, qui suppose un long travail et une vaste érudition, sera consulté avec profit.

Le second Mémoire envoyé pour le même Concours (prix Godard 1870) est adressé par M. Jacques Jolly; il a pour sujet le *cancer de la prostate*, affection tellement rare que les traités dogmatiques publiés sur la pathologie chirurgicale depuis trente années n'en font pas mention, ou lui consacrent à peine quelques lignes.

M. Jolly vient jeter une lumière toute nouvelle sur ce sujet. Quarante observations bien authentiques, empruntées aux publications françaises et étrangères ainsi qu'à la pratique des chirurgiens les plus autorisés, lui permettent de construire pour ainsi dire de toutes pièces l'histoire de cette maladie. Il passe successivement en revue :

1° L'historique;

2° L'étiologie, dans laquelle il nous démontre que, contrairement à l'opinion commune, cette affection n'appartient pas exclusivement à la vieillesse, mais qu'on l'observe également à l'age adulte et même chez les enfants;

3° L'anatomie pathologique, comprenant la description des altérations organiques et leur évolution dans la prostate, qu'elles envahissent primitivement, et non par extension d'un cancer des organes voisins;

4° La séméiologie, où l'on trouve, après une description complète de tous les symptômes, un exposé critique des quatre signes vraiment caractéristiques de la maladie. Ces signes sont : A les douleurs accusées par le malade; B les hémorrhagies uréthrales; C la tumeur prostatique; D l'engorgement des ganglions abdominaux. Les trois derniers de ces symptômes ont une valeur considérable; un seul d'entre eux doit faire soupçonner la maladie, et leur réunion permet d'affirmer presque avec certitude l'existence du cancer. Ces divers points de la question sont traités avec un véritable talent.

On comprend qu'en présence d'une affection qui est marquée au sceau de l'incurabilité, l'auteur ne présente aucune méthode nouvelle de traitement; mais cependant il aura rendu un véritable service à la pratique en prémunissant les chirurgiens contre tous les dangers que peut entraîner une erreur de diagnostic, et en l'aidant à étendre ou à régulariser les moyens de la cure palliative.

En présence de ces deux Mémoires, bien faits l'un et l'autre, votre Commission a hésité quelque temps avant de faire un choix; cependant, pénétrée de cette pensée que nous devons surtout encourager les travaux qui se recommandent par la découverte de faits ou d'aperçus nouveaux, qui réalisent en un mot un progrès, elle a cru devoir accorder le prix Godard à

M. le Dr Jacques Jolly, pour son travail sur le cancer de la prostate, qui rentre dans les conditions exposées ci-dessus, et une mention honorable à M. le Dr Puech pour son savant Mémoire sur les atrésies.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

(Commissaires : MM. Bernard, Robin, Milne Edwards, Coste, Brongniart rapporteur.)

Quatre Mémoires ont été adressés pour ce Concours, deux concernant la Physiologie végétale, deux relatifs à la Physiologie animale.

L'un des premiers est intitulé : *Étude sur la betterave à sucre*, par M. Mehay; il comprend quatre articles publiés successivement en 1868, 1869 et 1870.

Ce sont des recherches sur l'accroissement des racines des betteraves, sur les changements dans la densité et la richesse en sucre des jus, ainsi que sur la quantité de sels qu'ils renferment.

Ces études, qui peuvent avoir de l'importance au point de vue de la culture de la betterave et de l'industrie sucrière, ne se rattachent que très-indirectement à la Physiologie végétale, et ne nous paraissent ajouter rien d'essentiel aux résultats que les recherches déjà anciennes de nos collègues, MM. Decaisne et Peligot, avaient établis, en ce qui concerne la question physiologique.

Cependant les observations de M. Mehay, faites avec précision et poursuivies avec régularité pendant plusieurs années sur un grand nombre d'individus, pendant toute leur végétation, paraissent à la Commission mériter d'être citées honorablement.

Les recherches de M. Arthur Gris sur la moelle des végétaux ligneux, qui ont été également inscrites pour le Concours de cette année, ont pour objet la nutrition des végétaux ligneux, et sont basées sur l'étude de la constitution anatomique des diverses parties de la tige, moelle, rayons médullaires et tissus ligneux, et des changements qui s'opèrent dans les tissus de ces parties pendant les diverses phases de la végétation.

La nutrition dans les grands végétaux, et particulièrement dans les arbres

et les autres végétaux ligneux, est un phénomène très-complexe en ce qu'il résulte de la constitution de parties très-diverses du végétal et des phénomènes qui se passent dans chacune d'elles. Dans une plante annuelle on n'a à étudier que les changements apportés par le cours de la végétation pendant une saison limitée; dans les végétaux herbacés bisannuels ou vivaces, on doit déjà déterminer l'influence des parties du végétal développées pendant le cours de la végétation précédente sur la végétation de l'année suivante; dans les végétaux ligneux, le problème se complique; car il s'agit de déterminer quel est le rôle des parties du végétal formées depuis plusieurs années sur la végétation de la nouvelle année.

Pendant très-longtemps on a considéré le tronc d'un arbre dicotylédon comme un organe uniquement de transmission, donnant passage dans les parties les plus jeunes du bois à la séve, qui des racines se porte vers les feuilles.

On supposait que cette séve ascendante, provenant des matières puisées dans le sol et dissoutes dans l'eau, venait se modifier dans les feuilles pour former le suc nourricier du végétal. Sans nier le rôle important des feuilles et des autres parties vertes dans la formation des matières nutritives du végétal, la nature sucrée de la séve ascendante de beaucoup d'arbres suffisait cependant pour prouver qu'elle avait puisé une partie de ses éléments dans l'organisme lui-même, et pourtant il n'y a que peu d'années qu'on a signalé dans les tissus des arbres la présence de l'amidon, origine de cette séve sucrée. Hartig, en Allemagne, et notre collègue, M. Payen, en France, en ont fait connaître plusieurs exemples.

Mais il fallait déterminer la généralité de ce fait, la nature des tissus dans lesquels cette élaboration s'opère, le rôle que joue l'amidon dans cette partie du végétal.

La moelle qui occupe le centre des tiges et des rameaux ligneux avait été plus particulièrement considérée comme formée d'un tissu inerte, atrophié, et qui pouvait tout au plus jouer un rôle pendant les premières périodes de la végétation.

M. Gris, depuis plusieurs années, s'est occupé des phénomènes qui se passent dans les végétaux ligneux au point de vue de la nutrition.

Dans trois Communications faites à l'Académie, en 1866, il avait signalé les dépôts de matière nutritive amylacée, qui existent dans le tissu des couches ligneuses, et la résorption de ces substances au printemps, au moment du développement des nouveaux rameaux et des feuilles; il avait également montré la reproduction rapide de cette matière amylacée dans les

mêmes tissus pendant les mois suivants, le tissu ligneux et surtout le parenchyme ligneux et les rayons médullaires pouvant ainsi, pendant bien des années, concourir à la nutrition de l'arbre en conservant une vitalité qu'on avait été jusqu'alors disposé à leur refuser.

Le travail sur la moelle des végétaux ligneux qui a été présenté au Concours du prix de Physiologie expérimentale complète les recherches de M. Gris sur ce sujet, et montre que cette partie centrale de la tige conserve cette faculté, de produire et de résorber de la fécule, souvent jusqu'à un âge très-avancé; que cette fonction donne à la moelle une importance qui se manifeste aussi par la diversité de structure qu'elle présente dans les différentes familles du règne végétal.

M. Gris montre, en effet, que la moelle n'a pas l'uniformité de structure qu'on lui attribue généralement, mais qu'elle varie soit d'une famille à l'autre, soit dans les divers genres d'une même famille, et peut fournir des caractères propres à les mieux définir, par la manière dont sont combinées les cellules actives ou amylifères, les cellules cristalligènes et les cellules inertes qui la constituent.

Après avoir étudié l'organisation de la moelle dans un grand nombre de familles et montré dans chacune d'elles la part que prennent les cellules amylifères à sa constitution, M. Gris, cherchant à déterminer la durée de sa vitalité dans divers arbres, cite des arbres de nos climats dans lesquels, sur des troncs ou des branches de dix, quinze et même vingt ans, la moelle, bien loin de n'être qu'un tissu mort et inerte, offre encore des cellules remplies de fécule et douées de vitalité. Ces exemples sont assez nombreux, mais nous pouvons citer comme atteignant cette dernière limite des chênes, des bouleaux, des frênes, des platanes, etc.

On voit que, par des recherches poursuivies depuis déjà bien des années, M. A. Gris a établi, d'une manière évidente, le rôle que la moelle et les diverses parties des corps ligneux jouent dans la nutrition des arbres et des autres végétaux ligneux.

Ces résultats ont paru à la Commission dignes du prix de Physiologie expérimentale pour 1870.

Sous le titre d'*Observations concernant l'Histoire naturelle des Écrevisses*, M. Chantran a fait à l'Académie plusieurs Communications qui ont été soumises à l'examen de la Commission du prix de Physiologie expérimentale.

Les conditions diverses dans lesquelles cet observateur a placé les animaux soumis à son examen ont donné à ses études un caractère qui les

fait rentrer dans l'ordre de celles qui peuvent prendre part au Concours de Physiologie expérimentale.

Il a montré que les Écrevisses rentrent dans le groupe des animaux chez lesquels la fécondation est consécutive à la ponte, bien que l'accouplement précède celle-ci de deux à quarante-cinq jours, temps dont il a exactement déterminé la durée.

Cette remarquable particularité est due à ce que les corpuscules fécondateurs ne sont pas versés librement dans l'eau, ni dans les organes de la femelle, mais déposés sur la carapace de celle-ci, près des ouvertures génitales et sur l'éventail caudal; ils y sont entourés d'un mucus concret qui donne aux groupes qu'ils forment les caractères des organes tubuleux de la fécondation, connus des physiologistes sous le nom de *spermatophores*. Les corpuscules fécondants n'en sortent que dans les jours qui suivent la ponte, alors que les œufs sont retenus par une abondante mucosité dans la poche que forme la femelle en repliant son abdomen sous son thorax et c'est là qu'a lieu alors la fécondation proprement dite.

M. Chantran a montré, en outre, que la ponte de tous les œufs se produit en une seule fois, pendant la nuit, en novembre, décembre et janvier; que, de plus, ce n'est que six mois après, en mai, juin et juillet, qu'a lieu l'éclosion des œufs fixés aux fausses pattes de la mère.

Il a fait voir qu'après l'éclosion les petits restent pendus sous l'abdomen de la femelle par un mince filament étendu de la face interne de la coque de l'œuf à l'éventail caudal. Dès que leur carapace est assez solide, ils se fixent, en outre, en saisissant avec une de leurs *pinces* le filament qui suspend l'œuf à une fausse patte de la mère.

Parmi les faits nouveaux bien déterminés par M. Chantran, nous devons encore signaler le nombre des mues et le nombre des jours qui séparent chacune d'elles. La première mue a lieu dix jours après l'éclosion; les autres, jusqu'à la cinquième, se suivent à un intervalle qui est régulièrement de vingt à vingt-cinq jours, en sorte que cette dernière a lieu en septembre. A dater de cette époque jusqu'au mois de mai suivant l'animal reste sans changer de carapace; mais en mai, juin, juillet, août et septembre de l'année qui suit la naissance, il ajoute cinq mues aux cinq premières; ce phénomène se reproduit encore à compter du mois de mai seulement de l'année qui suit celle-ci. Dans les années où la température est élevée, le nombre des mues est de six au lieu de cinq. Notons encore que M. Chantran a constaté que c'est après ces quinze à dix-sept mues, dont la dernière a lieu vingt-six mois après l'éclosion, que le mâle devient apte

à l'accouplement, tandis que c'est quelques mois plus tard, en entrant dans la quatrième année, que la femelle est apte à la fécondation. A compter de cette époque les mâles ne muent plus que deux fois par an, et les femelles une fois seulement; aussi, comme l'accroissement est proportionnel au nombre des mues, celles-ci restent-elles plus petites que les mâles.

Ces divers résultats ont été obtenus, plusieurs années de suite, dans les viviers du laboratoire de M. Coste, au Collége de France, sous les yeux de ce professeur, sous ceux de son savant préparateur M. Gerbe, et constatés par l'un de vos commissaires.

M. Chantran a de plus déterminé avec précision la durée et le mécanisme de la mue, de la régénération des membres enlevés aux jeunes ou aux adultes mâles et femelles. Ne pouvant suivre l'auteur dans l'examen de ces détails, votre Commission doit se borner à reconnaître que ces études sont remarquables à la fois par leur longue continuité et par leur scrupuleuse exactitude. Elles rentrent dans l'ordre de celles que de Réaumur et Hubert ont portées à un si haut degré de perfection et qui malheureusement sont trop négligées de nos jours. Ces recherches comprennent donc un ensemble de phénomènes qui se manifestent ou se succèdent pendant une période de plusieurs années, dont les uns étaient mal définis et les autres complétement ignorés. La manière dont l'auteur les a suivis et mis en lumière fait que la Commission n'a pas hésité à accorder à M. Chantran le prix de Physiologie expérimentale, en le partageant avec M. A. Gris.

La Commission a eu à examiner un travail de MM. J. Chéron et E. Goujon : *Sur les propriétés fonctionnelles des nerfs et des muscles pendant la vie intra-utérine.*

Reprenant le grand problème de l'irritabilité hallérienne relatif à l'indépendance des activités musculaires et nerveuses, MM. Chéron et Goujon ont voulu apporter à sa solution des arguments nouveaux, tirés du développement et de l'apparition successive de la propriété contractile des muscles et de la propriété excitatrice des nerfs. Ils ont constaté en effet sur des mammifères et des oiseaux, pendant l'incubation et la vie intra-utérine, que la propriété contractile se manifeste dans les muscles bien longtemps avant que l'excitation nerveuse puisse agir sur eux. Ce n'est qu'à une époque très-avancée du développement que les nerfs acquièrent la faculté d'agir efficacement sur les muscles.

MM. Chéron et Goujon déduisent de leur travail cette conclusion légitime, que l'évolution organique démontre l'indépendance des propriétés

musculaires et nerveuses; ils fournissent ainsi un nouvel ordre de preuves qui viennent se joindre à d'autres arguments tirés de l'expérimentation sur les dégénérescences ou l'intoxication des éléments nerveux et musculaires.

La Commission, tout en appréciant très-favorablement le travail de MM. Chéron et Goujon, ne leur a pas décerné le prix de Physiologie expérimentale. Plusieurs questions très-importantes soulevées dans ce travail n'y ont pas trouvé encore leur solution; entre autres, la question de savoir si l'apparition de l'activité des nerfs sur les muscles coïncide nécessairement avec la formation de la plaque nerveuse terminale des nerfs moteurs. C'est pourquoi la Commission réserve ce travail en accordant à ses auteurs un encouragement et les engageant à le poursuivre.

En résumé, la Commission ayant eu à apprécier pour le concours de 1870 deux travaux d'une nature très-différente, mais qui lui paraissent tous deux dignes du prix de Physiologie expérimentale, l'un concernant le règne animal, l'autre le règne végétal, s'est décidée à partager ce prix entre M. **Chantran** pour ses observations concernant l'histoire naturelle des Écrevisses et M. **A. Gris** pour son Mémoire sur la moelle des plantes ligneuses; à accorder une mention honorable à M. **Mehay** pour ses études sur la betterave à sucre, et un encouragement à MM. **Chéron** et **Goujon** pour leurs recherches sur les propriétés fonctionnelles des nerfs et des muscles pendant la vie intra-utérine.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Boussingault, Dumas, Bussy, Rolland, Chevreul rapporteur.)

La Commission des Arts insalubres avait décidé qu'elle décernerait en 1870 un prix de *deux mille cinq cents francs* à M. **Goldenberg**, pour les moyens de salubrité mis en pratique dans ses usines, afin de soustraire ses ouvriers à des dangers de deux sortes :

Les *premiers* provenant de la rupture des meules par le fait d'un vif mouvement de rotation et de fissures existant dans la matière même de ces meules;

Les *seconds* provenant des poussières pierreuses et métalliques résultant de l'*aiguisage* et du *polissage* des pièces.

Les *premiers dangers* sont le produit d'une force vive déterminant la rupture d'une meule et la projection de ses débris.

Les *seconds* sont le résultat de l'action lente des poussières introduites journellement dans les voies respiratoires des ouvriers.

M. Goldenberg a décrit dans un Mémoire fort détaillé tous les moyens qu'il a mis en usage, et pour reconnaître la bonne qualité des meules, et pour les disposer ensuite de manière, sinon à détruire, du moins à diminuer la chance de leur rupture.

Enfin il a eu recours à des moyens de ventilation très-ingénieux, eu égard à l'ouvrier placé près des meules. Il reconnaît le premier les obligations qu'il a aux travaux de notre confrère, M. le général Morin, sur la ventilation.

En outre, M. Goldenberg a disposé ses ateliers de manière que les poussières qui auraient échappé à la ventilation des machines soient entraînées hors des ateliers par de larges ouvertures placées à leur partie supérieure. Pour être fidèle à l'histoire, nous rappellerons une Note de M. le général Morin, publiée dans le *Compte rendu* de la séance du 5 de juillet 1847, par laquelle il signalait à l'Académie des moyens d'assainissement employés avec succès par M. Jules Peugeot, pour préserver les ouvriers des dangers que peut présenter l'usage des meules de grès.

Le décès de M. Goldenberg n'a pas paru à la Commission une raison de ne pas lui décerner un prix qu'il a si justement mérité. Heureusement il laisse un fils préparé depuis longtemps à continuer la carrière industrielle qu'il lui a ouverte. Si en ce moment ces usines sont sur une terre régie par l'autorité prussienne, la Commission n'a point oublié que chez les âmes généreuses la force n'a jamais pesé sur la conscience, et que la France, telle qu'elle est limitée aujourd'hui, ne refusera pas le titre de compatriotes à des populations qui ont montré des sentiments si français!

Messieurs, l'opinion que j'exprime au nom de la Commission des Arts insalubres conduit naturellement le rapporteur à vous parler de deux personnes, nées aussi dans la malheureuse Alsace, et qui, malgré l'amour de la terre natale, l'ont quittée pour se fixer en France, en Picardie. Là, on compte aujourd'hui Mlle CAROLINE GARCIN, qui, avec ses deux sœurs, tenait à Colmar une institution de jeunes filles, et un habile horloger, admiré de tous ses compatriotes comme constructeur de plusieurs horloges compliquées : c'est M. ADAM, l'auteur de l'horloge de Colmar.

Mlle Caroline Garcin, émue de tout ce qu'elle entendait dire, de tout ce

qu'elle lisait des inconvénients pour la femme de l'usage des *couseuses à pédale*, s'est dit : il faut donner à l'ouvrière une machine qui l'affranchisse des maux naissant du jeu de la *pédale ;* il faut trouver un moyen de mettre un mécanisme en mouvement indépendant du pied de l'ouvrière. La femme généreuse, mère de cette idée, va chez M. Adam, son concitoyen, l'habile horloger, lui communique son idée et le persuade. Voilà, messieurs, l'histoire de l'origine de la *couseuse automatique*.

Cette machine a reçu le meilleur accueil de l'industrie alsacienne ; la Société industrielle de Mulhouse en a conçu une idée avantageuse ; même succès à Strasbourg. La machine a été exposée dans plusieurs villes ; en ce moment, nous avons la liste d'un nombre assez considérable de localités où elle est employée.

Et ajoutons que le Conseil municipal d'Amiens, profondément touché de voir ces quatre personnes alsaciennes quitter Colmar pour rester sur une terre française, en mettant un vaste terrain à la disposition de Mlle Caroline Garcin et de M. Adam, s'est conduit de manière à mériter un remercîment de gratitude de ceux qui sont vraiment patriotes !

Mais, messieurs, si, comme Français et comme amis de l'humanité, nous applaudissons vivement aux actes dont nous parlons, d'un autre côté, nous avons des règlements à observer ; et depuis la fondation de prix pour les Arts insalubres, nous avons toujours été unanimes à ne donner des prix qu'à *des choses, à des procédés qui avaient eu la sanction de la pratique*. Nous pensons donc que, dans le moment actuel, un prix décerné à la *couseuse automate* ne serait pas conforme à nos précédents ; mais aussi nous pensons, à l'unanimité, qu'un encouragement de *deux mille francs,* donné à la *respectable Mlle* **Caroline Garcin** *et à son habile associé M.* **Adam**, aura l'approbation de l'Académie et sera un témoignage public de nos vœux pour le succès définitif de la *couseuse automate* en particulier, et en général pour toute machine analogue, d'un prix peu élevé, au mouvement de laquelle le pied de la femme serait étranger. Quoi qu'on en ait dit de l'*innocuité de l'usage des* COUSEUSES A PÉDALE, la Commission pense que la suppression de la pédale est désirable, eu égard, sinon à toutes les ouvrières, du moins à un certain nombre d'entre elles ; au point de vue de l'hygiène, la Commission fait des vœux pour que l'usage d'une *couseuse économique* à laquelle le mouvement cessera d'être imprimé par le *pied de la femme* se répande de plus en plus.

Enfin, Messieurs, le Dr **Louvel**, attaché à la Maison de la Légion d'hon-

neur de Saint-Denis, a imaginé un appareil pour conserver les grains dans le vide, ou plutôt dans un vaisseau où l'air est raréfié, au point de ne pas permettre la vie d'aucun insecte granivore, et en outre où la dessiccation est assez grande et assez rapide pour que l'animal soit détruit par le fait de sa dessiccation.

L'efficacité de l'appareil a été constatée par plusieurs Commissions, et l'Académie, après avoir entendu le Rapport de M. Bussy et sa conclusion, ayant renvoyé le travail du Dr Louvel à la Commission des Arts insalubres, celle-ci propose à l'Académie de donner au Dr **Louvel**, à titre d'encouragement, une somme de *deux mille francs*.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix a été décerné en 1869 à M. **Le Roux**, avec jouissance pendant trois années consécutives.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, prix qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du Monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Sauvage** (Louis-Auguste-Édouard), né le 16 août 1850, à Paris (Seine), sorti le premier en 1871 de l'École Polytechnique et entré à l'École des Mines.

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1871.

MÉCANIQUE.

PRIX PONCELET, FONDÉ PAR Mme Ve PONCELET.

(Commissaires : MM. Liouville, Chasles, Morin, Delaunay, de Saint-Venant rapporteur.)

Aux termes de l'acte de la donation d'avril 1868, autorisée par décret du 22 août, ce prix, fondé pour remplir les dernières intentions de votre illustre confrère le général Poncelet, est destiné à l'auteur du travail le plus important pour les progrès des Mathématiques pures et appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Vous avez conféré le prix de 1868 à M. Clebsch, et celui de 1869 à un autre savant étranger, le Dr Robert Mayer, dans vos séances du 14 juin 1869 et du 11 juillet 1870. Vous venez d'entendre la proclamation, retardée par les événements, du prix de 1870 décerné à M. Camille Jordan. Reste celui de 1871. Vos commissaires, nommés le 19 décembre 1870, et auxquels vous venez d'adjoindre un autre de vos confrères pour remplacer le regretté M. Combes, ont distingué les travaux publiés depuis 1867 par M. Boussinesq :

1° Sur la physique mathématique, qu'il a enrichie principalement d'une théorie nouvelle des ondes lumineuses dans les divers milieux ;

2° Sur la flexion, la torsion et les vibrations des pièces élastiques, sur la poussée des terres et sur la dynamique des solides ductiles ;

3° Sur les diverses parties de l'hydraulique, et principalement sur la houle de mer et sur les ondes liquides, tant courantes que périodiques ; sur la capillarité dans l'état de mouvement, sur la contraction de la veine fluide ; mais surtout sur le mouvement varié dans les cours d'eau et les canaux, eu égard aux tourbillonnements qui ne laissent subsister une

certaine régularité ou continuité que dans les moyennes locales des vitesses à chaque point, et aussi aux modifications que l'état varié apporte aux résistances.

Ils vous proposent donc d'accorder à M. **Joseph Boussinesq** le prix Poncelet pour l'année 1871.

PRIX MONTYON, MÉCANIQUE.

(Commissaires : MM. Delaunay, Dupuy de Lôme, Combes, Phillips, général Morin rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix pour l'année 1871.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Pâris, Morin, Dupin, Combes, Dupuy de Lôme rapporteur.)

Nous avons l'honneur d'exposer à l'Académie que votre Commission pour le prix Plumey, relatif à l'application de la vapeur à la Marine en général, après l'examen des titres des candidats qui se sont présentés, est arrivée à cette conclusion, que l'état des choses est encore le même qu'en 1870.

En conséquence, par suite des considérations exposées dans son Rapport de l'année dernière, elle propose à l'Académie d'ajourner le prix Plumey à l'année 1872.

(*Voir* aux PRIX PROPOSÉS, p. 1396.)

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Combes, Phillips, de Saint-Venant, Dupin, général Morin rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix. (*Voir* aux PRIX PROPOSÉS, p. 1396.)

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE, ASTRONOMIE.

(Commissaires : MM. Delaunay, Liouville, Mathieu, E. Laugier, Élie de Beaumont, Faye rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Lalande de l'année 1871 à **M. Borelly**, pour la découverte faite à l'Observatoire de Marseille, le 12 septembre 1871, de la planète Lomia, désignée sous le numéro 117.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON, STATISTIQUE.

(Commissaires : MM. Mathieu, Dupin, Passy, Boussingault, Bienaymé rapporteur.)

De tout temps les moralistes, les satiriques se sont élevés contre la corruption des mœurs de leur siècle; à les entendre, il semble que le mal va toujours croissant. Heureusement il n'en est rien : s'ils ont raison lorsqu'ils cherchent à rendre les mœurs moins dépravées dans certaines parties de la société, et même quand ils s'efforcent d'imprimer plus de sévérité à la morale générale, ils se trompent assurément lorsqu'ils croient à la dégradation successive de la race humaine. Il y a longtemps que cette race aurait disparu de la terre, non-seulement si la corruption avait été en augmentant, mais il aurait même suffi, pour détruire les hommes, que le vice, à un certain degré, fût devenu permanent. La statistique du passé manque à peu près complétement; elle détruirait sans doute bien des opinions erronées sur les vertus de certaines époques comparées à la nôtre, de même que la statistique du présent fait aisément justice de bien des exagérations, qu'on semble prendre plaisir à accumuler aujourd'hui. Jamais, en effet, une littérature plus malsaine peut-être n'a calomnié son siècle en publiant sous

toutes les formes toutes les infamies qu'elle pouvait ramasser dans la boue des grandes villes, en faisant, pour ainsi dire, remonter au grand jour ces vices qui, d'ordinaire, restaient ensevelis dans leur propre fange. Comment la statistique vient-elle démentir ces tableaux hideux qu'on a tracés à l'envi comme représentant la société actuelle? C'est ce qu'on peut voir dans l'ouvrage qui a été distingué par la Commission chargée par l'Académie de décerner, pour 1871, le prix fondé par M. de Montyon.

Cet ouvrage a pour titre : *Le mariage en France. Statistique. Réformes.* La Commission n'avait à juger que la partie statistique, laissant, du reste, à l'auteur, M. **É. Cadet**, la responsabilité de ses idées. Ce qui a surtout attiré son attention, c'est le soin avec lequel il a cherché à s'éclairer sur la valeur des matériaux statistiques qu'il employait. Ainsi l'on avait signalé le chef-lieu d'un de nos départements du Midi comme présentant une proportion inouïe d'enfants illégitimes. M. Cadet a appris de la municipalité que cet état de choses venait de cesser. Il résultait du nombre assez considérable de filles mères attirées dans cette petite ville par une sage-femme, connue pour se charger de déposer les enfants aux hospices. Cette misérable a été déférée aux tribunaux, et ce scandale a disparu.

Pour la France entière, le rapport des naissances naturelles au total des naissances n'est pas de plus de $\frac{1}{13}$, et il serait moindre encore si l'on pouvait éliminer le nombre des enfants légitimes qui se trouvent confondus parmi les naturels. Le rapport de 1 à 13 ou 14 est peut-être le plus faible des grands pays de l'Europe.

L'auteur donne le tableau des séparations de corps prononcées par les tribunaux. En vingt-sept ans, le nombre annuel s'est accru par une progression bien faite pour inquiéter : il a triplé. Mais M. Cadet fait remarquer que les demandes, en presque totalité (90 pour 100), sont faites par les femmes; et ces demandes croîtront peut-être encore, à mesure que les femmes se sentiront plus protégées. Il en a été ainsi pour les vols domestiques, dont le nombre a paru s'accroître lorsque les témoins n'ont plus manqué et que les maîtres, soutenus par l'opinion, se sont vus en mesure de réclamer une justice, que naguère ils n'invoquaient pas.

Il y a donc, on le voit, des faits qu'il faut savoir interpréter pour en déduire des conséquences vraies. Il n'est pas douteux que l'ensemble des données statistiques étudiées par l'auteur n'ait exercé une grande influence sur les opinions qu'il a pu se former au sujet du mariage. Probablement, en abordant les questions délicates et si intéressantes qu'il a traitées, il

avait présumé qu'il aurait à peindre la situation des choses sous des couleurs beaucoup plus rembrunies ; mais le mariage est bien plus honoré en France que certains écrivains ne semblent le croire. Au milieu de nos désastres, c'est une justice que les faits nous rendent : d'une part, le nombre des enfants naturels est moindre qu'à l'extérieur, et de l'autre presque tous les hommes se marient.

On peut remarquer, effectivement, que les classes du recrutement, dont le nombre est bien connu, ont présenté, pour les dix années de 1856 à 1865, une moyenne annuelle de 314,622 hommes de vingt à vingt et un ans ; dans le même temps, la moyenne annuelle des mariages de garçons a été de 261,486 : la différence n'est donc que de 53,136.

Mais cette différence ne représente pas seulement le nombre des hommes qui auraient pu se marier et sont restés célibataires : il faut en déduire tous les décès de garçons depuis l'âge de vingt ans jusqu'à l'âge commun des mariages. Cet âge n'a jamais été calculé exactement dans la statistique officielle ; mais on sait qu'il est à peu près de vingt-huit à trente ans. On peut donc évaluer à 7 sur 100 le nombre des décès de garçons de vingt à vingt-huit ans : sur 314622, c'est 22023 au moins à déduire. Il reste ainsi 31113 hommes qui doivent ne point se marier en France. Ce serait à peu près 1 célibataire sur 10, si la totalité devait rester dans son pays. Mais il est bien évident que c'est sur ce nombre qu'il faut imputer tous ceux qui émigrent sans esprit de retour. Or, quoiqu'on répète souvent que les Français n'émigrent point, il serait plus vrai de dire qu'ils émigrent peu. Cependant ce mouvement de population est assez sensible, sans être toutefois comparable aux grandes expatriations de l'Angleterre et de l'Allemagne. Le dernier recensement de la république de Buenos Ayres fait connaître qu'il s'y trouvait cette année 38 000 Français. Il y a ainsi partout des colonies de Français. Il serait difficile d'apprécier avec quelque exactitude le nombre d'émigrants annuellement nécessaire pour entretenir ces groupes ; mais il ne saurait être moindre de 6000 à 10 000 hommes dans la fleur de l'âge. Sur les 31 000 garçons non mariés, il n'en reste réellement dès lors que 25 000 à peu près, qui auront à fournir la mortalité future d'abord et dont le reste, peut-être le $\frac{1}{15}$ du total des hommes de vingt ans, représentera tous ceux que les infirmités ou des circonstances particulières empêchent de se marier ; puis enfin ceux que l'égoïsme ou l'immoralité détourne du mariage. On voit que le nombre de ces derniers sera beaucoup moindre qu'on ne pourrait le croire. Il est donc vrai de dire qu'en

France presque tous les hommes qui peuvent se marier se marient tôt ou tard.

Si l'auteur avait appliqué à ces recherches l'esprit judicieux dont son livre témoigne à tant d'égards, il aurait sans doute envisagé la situation des mariages dans notre pays d'un œil plus satisfait et plus rassuré. Quoi qu'il en soit, ce livre n'est pas fait pour décourager ceux qui croient à la morale publique ; au contraire, il faut le redire, il y a en France moins d'enfants naturels et plus de mariages que dans une grande partie de l'Europe : aussi y trouve-t-on plus d'hommes mariés.

La permanence des armées, à laquelle on attribue l'âge des mariages, âge qu'on trouve trop élevé, par suite l'accroissement du nombre des enfants naturels, et qui, d'ailleurs, a été l'objet de bien d'autres incriminations, dont on aperçoit la trace dans le court chapitre que M. Cadet a consacré à ce sujet, la permanence des armées a été pour le Dr Ely le motif d'une brochure d'un grand intérêt, dans laquelle l'auteur combat, à l'aide de faits authentiques, toutes les exagérations dans lesquelles on est tombé à cet égard, surtout depuis quelques années.

Certainement une armée ne peut être entretenue sans accroître la mortalité, certainement c'est une charge, et une lourde charge ; mais, la France le sait trop, c'est à ce prix, à ces conditions qu'une nation subsiste, et c'est manquer à la patrie comme à la vérité que d'en noircir le tableau. L'accroissement de la mortalité est relativement peu considérable ; le rapprochement de chiffres exacts prouve que, s'il y a une mortalité plus grande dans la vie militaire en temps de paix que dans la vie civile, ce n'est pas les jeunes soldats qu'elle frappe : ce sont les hommes de quarante ans et plus, dont il y avait environ 20 000 dans l'effectif. L'auteur aurait pu ajouter que, dans les pays où il n'existe pas de service obligatoire, on a remarqué une augmentation de mortalité aux âges de vingt à vingt-cinq ans, de même qu'en France.

D'un autre côté, la race est loin d'avoir dégénéré, comme on l'a avancé imprudemment, car la taille moyenne du contingent est restée la même depuis de longues années, $1^{m},656$: le rapport seul des tailles élevées s'est faiblement abaissé de $17\frac{1}{2}$ pour 100 à 17 pour 100 de 1830-1834 à 1860-1864. D'ailleurs il est constant que les exemptions pour défaut de taille ont diminué notablement et que les conseils de révision examinent beaucoup moins d'hommes, un tiers de moins, pour former le contingent. Rien n'indique, par conséquent, un affaiblissement des forces humaines en France.

La loi nouvelle sur le service militaire permettra bien des mariages que les anciens règlements avaient pu retarder : on saura donc bientôt si l'âge moyen de vingt-huit ans et demi en recevra quelque abaissement. Mais, pour établir une comparaison exacte, il sera nécessaire de connaître avec précision l'âge des mariages, qui, comme il a été dit, est fort mal déterminé jusqu'à présent. Il ne faut pas recommencer, pour cette donnée importante, des comparaisons aussi erronées que celles que des économistes font encore de la mortalité actuelle avec la mortalité de la table de Duvillard, qui n'a jamais existé que dans les idées mal fondées de cet auteur; ou bien les comparaisons que l'on reproduit sans cesse des recensements de nos jours avec l'évaluation de la population de Necker, qui ne reposait que sur un calcul entièrement arbitraire, et nullement sur un recensement effectif.

Au surplus, si l'on a égard aux opinions antiques, il ne paraît pas fort à désirer que l'âge moyen des mariages diminue. Platon parle de trente-cinq ans, puis de vingt-huit, comme d'un âge convenable pour les hommes. Récemment, aux États-Unis, on a eu l'occasion de constater que l'homme grandit encore au delà de vingt-cinq ans. Il se pourrait que des mariages précoces donnassent inutilement des enfants chétifs, et dont la vie très-courte ne serait qu'une charge onéreuse pour la société, affligeante pour les parents. Malheureusement la statistique n'a pas recueilli le moindre fait sur ce point et l'on ne sait rien sur l'âge des conjoints dont les enfants ont vécu le plus longtemps. Comme la plupart des familles disparaissent très-vite, peut-être serait-il possible d'arriver à quelques résultats positifs, à l'aide d'un état civil bien tenu et ayant d'ailleurs, comme en Suède, plus d'un siècle de durée.

La brochure du Dr Ely examine longuement les effets du recrutement sur l'agriculture où, dit-on, le manque de bras se fait toujours sentir. Cet effet était-il aussi peu sensible qu'il le croit? Il y avait, au 1er janvier 1867, sous les drapeaux 184653 hommes seulement appartenant aux travaux agricoles. La population agricole mâle est portée par lui à 9737000 personnes; c'est-à-dire qu'en somme l'armée avait enlevé 19 agriculteurs sur 1000. Voilà le chiffre brut; mais si l'on déduit de ce nombre tous les hommes servant volontairement à titres divers, le rapport tombait à moins de 7 sur 1000. Il est pénible de prévoir que ce rapport très-faible sera nécessairement augmenté par la loi nouvelle du recrutement, qui a été obligée de mettre la France en état de résister à cette effroyable manière de faire la guerre consistant à jeter des nations entières les unes sur les autres pour

piller et rançonner les vaincus, comme aux temps les plus barbares : seulement on ne les emmène plus en esclavage.

A la dernière page de la brochure si digne d'attention du Dr Ely se trouve une faute d'impression qu'il aura sans doute remarquée et qui mérite un *erratum*. Ce n'est point 6 pour 1000, mais bien 2 pour 100 qu'il faut lire relativement à l'accroissement de la population dans l'hypothèse où il s'est placé. Mais il ne s'agit que d'une hypothèse, et la différence de ces deux rapports ne modifie en rien les autres conclusions de son travail.

La Commission a jugé que les parties statistiques des deux Mémoires dont il vient d'être donné connaissance méritaient ses suffrages et elle a décerné :

1° Le prix de 1871 à M. Ernest Cadet, pour la partie statistique de son ouvrage intitulé : *Le mariage en France. Statistique. Réformes;* vol. in-8°, 1870;

2° Une mention honorable à M. le Dr Ely, pour sa brochure intitulée : *L'armée et la population. Études démographiques;* vol. in-8°, 1871.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Regnault, Balard, Fremy, Wurtz, Cahours, Chevreul rapporteur.)

La Section de Chimie a décerné, pour l'année 1871, le prix de *cinq mille francs* à M. Schützenberger pour ses travaux de chimie organique.

M. Schützenberger s'est livré depuis longtemps à des recherches sur la Chimie en général, parmi lesquelles on distingue la découverte d'un nouvel acide formé d'oxygène de soufre et d'hydrogène et celle d'une série de composés de platine. Mais les travaux auxquels la Section de Chimie décerne le prix Jecker de l'année 1871 sont l'examen que M. Schützenberger a fait de l'action de l'acide acétique anhydre sur les sucres, les gommes, l'amidon, l'inuline, la cellulose, la mannite, et surtout ses recherches relatives à la réaction du chlorure d'iode et des sels d'argent, tels que le butyrate et l'acétate, réaction qui a donné des composés susceptibles d'être reproduits par l'action du chlore, de l'acide butyrique ou acétique

anhydre. Ces composés se produisent encore dans l'action de l'acide hypochloreux sur l'acide butyrique ou acétique anhydre.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Andral, Nélaton, Brongniart, Bussy rapporteur.)

Les pièces transmises à la Commission pour le concours de cette année sont au nombre de trois.

Après un examen approfondi, la Commission a pensé que le travail n° 3 avait besoin d'être complété par des recherches ultérieures. En conséquence, elle a jugé convenable de surseoir à son égard à toute décision, en réservant aux auteurs la faculté de le représenter au concours de 1872. Elle a pris la même conclusion à l'égard de l'ouvrage imprimé déposé sous le n° 1. Elle a cru devoir se borner à appeler l'attention de l'Académie sur le travail inscrit sous le n° 2, intitulé *De l'Aconitine cristallisée*.

Lorsqu'on considère les végétaux au point de vue de leur emploi en médecine, on ne tarde pas à s'apercevoir que beaucoup d'entre eux, même parmi les plus usités, sont des médicaments très-infidèles, non qu'ils soient dépourvus d'efficacité, beaucoup d'entre eux au contraire sont doués d'une très-grande énergie; mais cette énergie est essentiellement variable, non-seulement d'une espèce à l'autre, mais dans la même espèce, dans le même individu, suivant les parties que l'on considère, suivant l'âge, le climat, les conditions de culture et mille autres circonstances qu'il n'est pas toujours aussi facile de saisir.

Si l'on ajoute à ces causes d'incertitude celles qui résultent des opérations qu'on fait subir aux substances végétales pour rendre possible leur emploi en médecine, on comprendra facilement comment la plupart des médicaments végétaux, après avoir été préconisés à certaines époques, souvent outre mesure, ont pu tomber plus tard dans un oubli qui n'était pas toujours mérité.

On a depuis longtemps cherché à remédier à cette instabilité d'action. On a cherché à localiser dans certaines préparations la propriété curative du végétal ou de celle de ces parties qui la possède plus particulièrement.

Les nombreuses préparations connues sous le nom d'*extraits de tein-*

tures, etc., n'avaient pas d'autre but que de séparer les principes actifs des matières inertes et de les donner sous un plus grand état de concentration; mais, à part un très-petit nombre de cas, on est resté bien loin du but qu'on s'était proposé. Ce but n'a été réellement atteint que lorsqu'on a pu isoler, à l'état d'espèces chimiques définies, et particulièrement lorsqu'on a pu obtenir, à l'état cristallisé, les divers principes actifs que renferment les végétaux.

C'est en effet une chose bien digne de remarque, que tous ces principes si actifs, tous ceux du moins qui nous sont bien connus, soient représentés par des espèces chimiques parfaitement définies, le plus souvent cristallisables et susceptibles de former des combinaisons chimiques définies.

Les principes immédiats qu'on est parvenu à reconnaître dans les végétaux et à isoler sont aujourd'hui très-nombreux; leur étude constitue une branche importante de la Chimie organique.

Au point de vue thérapeutique et pharmaceutique, leur importance n'est pas moindre; il suffira d'un seul exemple pour le prouver.

Avant la découverte de la quinine, la plus déplorable confusion régnait dans la classification des quinquinas: chaque praticien avait son espèce de prédilection; on se laissait guider dans le choix des écorces par des caractères extérieurs de forme, de couleur, sans rapport avec leur valeur réelle; on donnait la préférence à certaines préparations de quinquinas, dont la supériorité n'était pas davantage justifiée.

Mais, dès qu'on eut isolé les principes actifs du quinquina, on reconnut immédiatement que certaines espèces trop préconisées n'avaient qu'une efficacité douteuse; que les soins particuliers qu'on donnait à certaines préparations pour les rendre plus actives avaient un résultat précisément opposé.

La découverte de la quinine, en donnant un moyen certain de connaître la valeur des écorces, n'a pas éclairé seulement la thérapeutique, elle a porté la lumière dans l'exploitation des forêts à quinquina; elle a présidé au choix des espèces, qui ont servi à propager les quinquinas hors de leur pays d'origine; elle est devenue l'instrument principal de toutes les améliorations obtenues récemment dans la culture de ce précieux végétal dans l'Inde anglaise et dans les Colonies hollandaises.

C'est aux pharmaciens que revient l'honneur des principales découvertes qui ont été faites dans cette voie qu'eux-mêmes ont ouverte à la science.

L'auteur du Mémoire n° 2, M. Duquesnel, est encore un pharmacien

qui, continuant les traditions de sa profession, a pris pour sujet de son travail la matière active de l'aconit.

L'aconit, employé en pharmacie dès les temps les plus reculés, est un des exemples les plus frappants de cette variabilité d'action que nous avons signalée plus haut.

Presque toutes les espèces de ce genre sont des toxiques violents; plusieurs d'entre elles ont même reçu des dénominations qui rappellent cette propriété; tels sont : l'aconit tue-loup, l'aconit féroce, et cependant, à côté d'elles, on trouve des espèces qui sont réputées innocentes.

L'aconit Napel lui-même, l'espèce particulièrement usitée en médecine, dont l'action peut être mortelle à petite dose, est loin de présenter la même énergie d'action à toutes les époques de son développement.

Au rapport de Linné, les jeunes pousses de l'aconit peuvent être mangées impunément; elles seraient même employées comme aliment dans quelques contrées du Nord.

Beaucoup de recherches ont été faites pour isoler le principe actif de l'aconit; on trouve dans le commerce des produits chimiques, et l'on emploie en médecine des produits d'origines diverses et de compositions différentes doués d'une activité plus ou moins grande, qu'on donne sous le nom d'*aconitine*, comme devant représenter les propriétés de la plante elle-même; mais aucun de ces produits n'est nettement défini chimiquement.

Ils sont amorphes, même celui qu'on obtient par le procédé du *Codex* (1).

M. Duquesnel, mettant à profit les travaux de ses devanciers, particulièrement le beau travail de M. Stas sur la recherche des alcaloïdes, est parvenu à extraire de la racine d'aconit Napel un principe cristallisable doué d'une très-grande activité, qu'il regarde comme le véritable principe actif de l'aconit. C'est un alcaloïde formant des sels définis avec les acides, facilement cristallisables, particulièrement le nitrate.

M. Duquesnel, dans une étude comparative de son aconitine cristallisée avec les divers produits qui se trouvent dans le commerce sous le nom d'*aconitine*, montre qu'elle possède une activité beaucoup supérieure à celle de ces derniers.

Les expériences faites sous la direction de notre éminent confrère,

---

(1) Il faut ajouter cependant que M. Grove a fait connaître au Congrès scientifique de Nottingham, en 1866, une substance cristallisée retirée de l'aconit, qu'il nomme *aconitine*, et que M. Morson, de Londres, a également obtenu de l'aconit une matière cristallisée, la napelline. Mais ces produits, qui ne sont point dans la pratique médicale, n'ont été l'objet d'aucun travail sérieux qui permette d'en connaître la véritable nature.

M. Claude Bernard, par son habile préparateur M. Grehant, expériences mentionnées dans notre séance du 17 juillet 1871, ont constaté que l'action physiologique de l'aconitine cristallisée est analogue à celle de la curarine (principe actif du curare), et qu'elle doit être considérée comme l'un des agents les plus actifs du régime végétal.

Cette énergie excessive est-elle une raison suffisante pour croire que l'aconitine représente à elle seule les propriétés de l'aconit? Il serait prématuré de l'admettre.

Tout ce que nous savons sur les principes actifs des végétaux tend à montrer que ces principes sont habituellement accompagnés de produits qui s'en rapprochent plus ou moins par leur action sur l'économie. Ainsi, à côté de la quinine, on trouve dans les mêmes écorces la cinchonine; à côté de la strychnine, la brucine, comme si ces différents produits avaient une origine commune, comme s'ils dérivaient d'une même substance arrivée à des degrés différents d'élaboration.

Ces principes actifs d'un même végétal peuvent être quelquefois très-nombreux et présenter des différences d'action très-marquées.

C'est ainsi que du pavot ou, ce qui est la même chose, de l'opium qui en provient, on a pu extraire plus de dix composés définis, doués chacun d'une activité propre.

Il n'est donc pas impossible qu'une étude ultérieure de la racine d'aconit donne lieu à la découverte de nouveaux produits doués encore de propriétés actives.

Quoi qu'il en puisse être dans l'avenir, c'est, dès à présent, une acquisition précieuse pour la science et pour la thérapeutique que la découverte d'un produit organique nouveau, bien défini, susceptible, par conséquent, d'être dosé avec précision, dont l'action physiologique est nettement appréciable, et qu'on peut substituer dans une certaine mesure aux préparations pharmaceutiques, dont l'action sur l'économie peut varier dans des limites extrêmement étendues par l'effet de circonstances qu'il est impossible de prévoir et d'éviter.

Par ces motifs, votre Commission a décerné le prix Barbier pour l'année 1871 à M. **Duquesnel**, auteur du travail intitulé : *De l'Aconitine cristallisée.*

PRIX BORDIN,

RÔLE DES STOMATES DANS LES FONCTIONS DES FEUILLES.

(Commissaires : MM. Brongniart, Decaisne, Gay, Tulasne, Duchartre rapporteur.)

L'Académie avait proposé, en 1867, comme sujet de concours pour le prix Bordin à décerner en 1869, l'étude du rôle des stomates dans les fonctions des feuilles. Deux Mémoires lui furent alors présentés, l'un par un jeune physiologiste allemand, M. N.-J.-C. Müller, l'autre par M. A. Barthélemy, professeur de Physique au lycée de Pau. Ni l'un ni l'autre de ces travaux ne parurent renfermer la solution de la question proposée; le prix ne fut pas décerné, et le même sujet fut maintenu au concours pour 1871. Cette fois l'Académie n'a reçu qu'un seul Mémoire, dont l'auteur est l'un des deux premiers concurrents, M. A. Barthélemy, aujourd'hui professeur de physique au lycée de Montpellier. Ce Mémoire a pour base le premier travail qui avait été présenté en 1869, mais qui a été modifié à certains égards et notablement étendu. Malheureusement, malgré ces modifications et ces additions, la Commission ne trouve pas qu'il donne une solution complète de la question proposée, ni même que les idées de l'auteur y soient suffisamment appuyées sur des observations démonstratives ou sur des expériences concluantes. Or c'était là ce que l'Académie réclamait avant tout.

Le rôle des stomates dans la vie des végétaux est aujourd'hui envisagé de manières assez diverses par les physiologistes. La plupart d'entre eux pensent qu'ils sont destinés à faciliter, grâce à la présence d'une ouverture médiane libre ou ostiole, les échanges de gaz de la plante avec l'atmosphère, mais sans être seuls chargés de cette fonction. D'autres, et en particulier M. Julius Sachs, vont jusqu'à soutenir que ces petits appareils sont la seule voie par laquelle les gaz et les vapeurs puissent arriver de l'atmosphère dans l'organisme ou sortir de l'organisme pour se répandre dans l'atmosphère. S'écartant complétement de ces deux manières de voir, M. Barthélemy s'efforce d'établir que les stomates n'ont aucun rôle à jouer dans l'accomplissement de la respiration végétale proprement dite, qu'il nomme cuticulaire, parce qu'il la considère comme s'effectuant uniquement par dialyse à travers la cuticule; mais il appuie cette opinion sur des raisonnements et des déductions bien plus que sur des expériences. Procédant en physicien plutôt qu'en naturaliste, et assimilant la cuticule à une lamelle de

caoutchouc, il applique à cette couche tégumentaire, simple modification chimique d'une portion de la paroi externe des cellules de l'épiderme, les données fournies par M. Graham à la suite de ses expériences sur des lames minces de caoutchouc ; mais, comme il ne lui a pas été possible d'isoler le moindre lambeau de cette couche, il n'a pu en faire le sujet d'une seule expérience directe. Quant aux stomates, ce ne sont pour lui que des sortes de soupapes pouvant laisser sortir les gaz de l'intérieur des plantes, quand la pression augmente dans cet intérieur, mais n'ayant pas la faculté de laisser passer l'air de l'atmosphère dans l'organisme.

Ainsi le Mémoire de M. Barthélemy introduit dans la science une nouvelle théorie de la respiration et de la transpiration ou évaporation dans les plantes ; mais il est loin de lui donner une base expérimentale inébranlable. D'un autre côté, la Commission ne peut accepter comme satisfaisante la partie anatomique de ce travail, surtout celle où l'auteur essaye de démontrer, contrairement aux faits les mieux établis, que les stomates, loin d'être une dépendance de l'épiderme, sont une simple émanation du parenchyme sous-jacent qui viendrait occuper un vide dû à un retrait de cellules épidermiques et s'opérant sous la cuticule alors imperforée ; elle ne peut même s'empêcher de regretter que des énoncés si nouveaux ne soient basés que sur un petit nombre d'observations assez vagues et sur des figures fort médiocres.

Au total, la Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix Bordin pour 1871 ; mais le Mémoire de M. A. **Barthélemy**, malgré son insuffisance, lui paraît être le résultat de recherches et d'expériences souvent ingénieuses, poursuivies consciencieusement pendant plusieurs années, et témoigner d'un bon esprit scientifique ; il fournit, d'ailleurs, des données utiles pour la future élucidation d'un point aussi important que controversé de la Physiologie végétale ; aussi la Commission accorde-t-elle à l'auteur de ce travail estimable une somme de *mille cinq cents francs*, à titre d'encouragement. En même temps elle propose de retirer du concours la question relative au rôle des stomates.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Decaisne, Duchartre, Naudin, Trécul, Brongniart rapporteur.)

Un seul concurrent s'est présenté pour ce prix en 1871. M. **Husnot** a adressé divers travaux sur la flore cryptogamique de la Martinique, dont

il a exploré les diverses régions dans ce but. La partie relative aux Fougères et aux Lycopodiacées, rédigée par lui, est intéressante non-seulement comme nous donnant une énumération plus complète qu'on ne la possédait des espèces de cette famille qui y croissent, mais surtout par les indications qu'elle comprend sur les diverses stations et l'élévation des zones qu'elles habitent; sous ce rapport elle offre de l'intérêt quand on pense à la prédominance que ces plantes présentent dans la végétation des îles en général et de celle des Antilles en particulier.

D'autres familles de cryptogames ont été étudiées d'après les matériaux qu'il avait recueillis, par divers botanistes.

Il résulte de ces publications une connaissance plus étendue de la cryptogamie de la flore des petites Antilles.

M. Husnot a également adressé pour ce concours une collection d'échantillons bien préparés et bien déterminés des mousses et des hépatiques de France qu'il publie par livraisons; ces publications d'*exsiccata* sont devenues très-fréquentes et facilitent l'étude des plantes d'une détermination difficile; mais elles n'apportent rien d'important à la science, à moins d'être accompagnées d'observations spéciales propres à l'auteur.

Ces divers travaux de M. **Husnot** n'ont pas paru à la Commission avoir assez d'importance pour lui accorder le prix Desmazières; mais voulant reconnaître le zèle de ce botaniste et l'intérêt que présente, à un certain point de vue, sa publication sur les Fougères et les Lycopodiacées de la Martinique, elle lui accorde comme encouragement une somme de *cinq cents francs* sur la valeur de ce prix.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Brongniart, Tulasne, Trécul, Duchartre, Blanchard rapporteur.)

Le prix Thore, pour l'année 1871, devait être attribué à un travail concernant les Cryptogames cellulaires.

Aucun Mémoire n'a été adressé à l'Académie, et la Commission n'a pas jugé devoir attribuer le prix à d'autres travaux.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Gay, Duchartre, Decaisne, Trécul, Brongniart rapporteur.)

Feu M. de la Fons-Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs, trois pour*

cent, qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné tous les trois ans au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.* »

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu à décerner ce prix, aucun ouvrage n'ayant été déposé au Secrétariat de l'Institut.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Blanchard, de Quatrefages, Ch. Robin, Longet, Milne Edwards rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu à décerner ce prix pour l'année 1871.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Andral, Cl. Bernard, Cloquet, Nélaton, Sédillot, Bouillaud rapporteur.)

Aucun des ouvrages communiqués à la Commission ne lui a malheureusement paru digne du capital consacré à ce prix. Mais deux des concurrents, à son sentiment, ont mérité une des récompenses auxquelles est consacré le revenu annuel de ce capital. La Commission accorde une pure et simple mention à un troisième concurrent. C'est par une courte exposition du travail de celui-ci que nous allons commencer ce Rapport.

I.

Le travail dont il s'agit a pour auteur M. le Dr Bourgogne fils, de Condé. En voici le titre : *Epidémie cholérique observée dans les communes de Condé, Vieux-Condé, Fresnes et Escaupont pendant l'année* 1866 (in-8° de 181 p.).

L'objet principal de l'auteur est de défendre la doctrine de son père, sous le double rapport de la nature et du traitement du choléra. Or, pour M. le Dr Bourgogne père, la nature du choléra est identique à celle des fièvres intermittentes. Il avait conçu et adopté cette *opinion* avant d'avoir observé par lui-même le choléra asiatique ; il n'est donc pas étonnant que,

à l'époque où il s'est trouvé en présence de cette terrible maladie, il ait imaginé de la combattre par le quinquina : c'était là un corollaire naturel de sa théorie préconçue sur la nature du choléra indien. Le tannate de quinine fut la préparation employée par M. Bourgogne père, et il donna à sa méthode le titre, un peu fastueux peut-être, de traitement *abortif* du choléra. Il est vrai que, avec une bonne foi digne d'éloge, il reconnaissait que cette méthode était impuissante contre le choléra *confirmé*, celui précisément qui attend encore son *quinquina* ou sa *vaccine*. M. le Dr Bourgogne fils s'est pieusement constitué, dit-il, le disciple de son père, non sans déplorer que les travaux de celui-ci n'aient reçu aucune récompense. Nous serions heureux qu'il trouvât quelque consolation dans la mention que nous accordons à son propre travail, avec le regret de n'avoir pu faire plus pour cet honorable concurrent.

II.

M. le Dr **Grimaud de Caux**, auquel l'Académie a déjà décerné, en 1865, un encouragement pour ses remarquables recherches sur la question capitale de l'importation et de la contagion du choléra morbus asiatique, a lu à l'Académie (6 février 1870) une nouvelle Note, ayant pour sujet cette question de l'importation et de la contagion de la maladie indiquée (1). La Note dont il s'agit fut renvoyée par l'Académie à la Commission du prix Bréant, pour l'année 1871. Cette Note peut être ainsi résumée :

La transmissibilité du choléra est aujourd'hui un fait acquis à la science. M. Grimaud de Caux, dans sa première Note lue à l'Académie, le 23 oc-

---

(1) Il importe de rappeler ici brièvement les premiers travaux de M. Grimaud de Caux. Ils ont été accomplis en 1865, à ses frais, pendant un séjour de deux mois à Marseille, alors frappée d'une grave épidémie de choléra asiatique. Les études de M. Grimaud de Caux firent découvrir le fait principal sur lequel la doctrine de l'importation et de la contagion de cette épidémie pouvait être fondée. Cet observateur, à son retour à Paris, vers la fin d'octobre, ne put présenter à l'Académie que de courtes Notes ; mais, en 1866, il publia un livre fort étendu concernant l'épidémie qu'il avait étudiée *sur les lieux*. Les Notes présentées à l'Académie furent jugées par elle dignes d'une récompense immédiate, à titre d'indemnité, et cette récompense fut de *quatre mille francs*.

Les études de M. Grimaud de Caux contribuèrent puissamment aux modifications qui ne tardèrent pas à être introduites dans notre système sanitaire, dont le rétablissement des quarantaines peut être considéré comme l'une des principales.

tobre 1865, l'avait ainsi formulée : « Le choléra est une provenance ; il lui faut fermer toutes les portes dont nous avons la clef dans la main ; telle est la conséquence pratique la plus prochaine et dont l'application est la plus urgente pour mettre obstacle à de nouvelles transmissions (1). »

Sans doute la doctrine de la contagion du choléra morbus asiatique n'était pas nouvelle, et M. Grimaud de Caux se plaît à rappeler que *Delpech, de Montpellier, et son élève, M. Coste* (devenu depuis l'un des Membres les plus éminents de notre Académie), la proclamèrent pour la première fois en 1832, à la suite de leur voyage en Angleterre, pour y étudier l'épidémie cholérique dont elle était alors le foyer. Mais il faut avouer que cette doctrine, aujourd'hui triomphante, ne comptait qu'un assez petit nombre de partisans, lorsque, plus de trente ans après avoir été ainsi proclamée, éclatait à Marseille (en 1865) la mémorable épidémie, pour l'étude de laquelle M. Grimaud de Caux se rendit dans cette grande cité, où il arriva le 12 septembre. Avant de partir, par une Note du 25 août 1865, *il avait*, dit-il, introduit la question au sein de l'Académie. A son retour, il s'empressa de communiquer à cette Compagnie les résultats de ses recherches, laquelle, comme il a été déjà noté plus haut, en reconnut l'importance, ainsi que le courage, le désintéressement de l'auteur, auquel elle décerna un premier encouragement de *quatre mille francs*.

Il est certain que M. Grimaud de Caux a le droit d'être compté parmi ceux qui, les premiers, retrouvèrent en quelque sorte les titres de la doctrine de la contagion cholérique, sinon entièrement perdus, du moins fort oubliés. Cet auteur insiste sur ce point qu'*il en est allé chercher les éléments sur place*, condition sans laquelle on ne pouvait, comme il croit l'avoir fait, en acquérir la démonstration. Il ajoute que, si le rétablissement des quarantaines est un bien pour les populations, on ne saurait lui refuser, sans injustice, la part qui lui en revient.

M. Grimaud de Caux, enfin, n'oublie pas de faire remarquer que « l'esprit dans lequel a été rédigé le compte rendu des travaux de la conférence internationale de Constantinople est, dit-il, une émanation directe des idées

(1) Cette assertion ne manquait pas de hardiesse à l'époque où elle fut émise. En effet, en juillet 1865, une Lettre ministérielle, adressée à M. le maire de Marseille, contenait, dit M. Grimaud de Caux, les termes suivants : « L'administration ne doit pas préjudicier à des intérêts sérieux (intérêts de commerce) pour ménager des craintes exagérées qu'*aucun fait récent ne justifie et que la science réprouve* ».

et des principes qu'il a émis au sein de l'Académie, dans ses Notes publiées avant la réunion de la conférence (1). »

Il rappelle que l'Académie, sur le rapport de M. Andral pour l'année 1869, a décerné à M. Fauvel, secrétaire de la conférence internationale de Constantinople, une récompense de *cinq mille francs*, et que l'ouvrage de cet auteur « a mis en lumière ses travaux et en a appliqué les principes déduits par lui-même dans ses Notes à l'Académie. »

Votre Commission a été frappée des raisons et des titres que M. Grimaud de Caux faisait valoir à l'appui de sa demande d'une nouvelle récompense, en quelque sorte complémentaire de celle que l'Académie s'était empressée de lui décerner en 1865.

En conséquence, nous avons l'honneur de vous proposer de lui accorder cette récompense, dont le chiffre sera fixé plus loin, lorsque nous aurons placé sous vos yeux l'analyse du second travail auquel nous avons jugé convenable et juste de décerner aussi une récompense.

III.

Ce travail a été composé par M. le Dr Tholozan, médecin principal d'armée, sous le titre de : *Origine nouvelle du choléra asiatique, ou début et développement en Europe d'une grande épidémie cholérique*. (In-8° de 92 p.)

Un tel titre réveille dans l'esprit une idée si contraire au *mode* de développement du choléra *asiatique* en Europe, et à ce nom même de cho-

---

(1) La comparaison des textes suivants, cités par M. Grimaud de Caux, démontre, en effet, cette assertion.

Texte de la Lettre écrite de Marseille par M. Grimaud de Caux, *le* 6 *octobre* 1865, *et lue à l'Académie des Sciences le* 9 *octobre par M. Élie de Beaumont, Secrétaire perpétuel.*

« Voilà donc le véritable état des choses. Le navire est *parti d'Alexandrie*, emportant *soixante-sept pèlerins de la Mecque. Huit jours après son départ, le* 9 *juin, il jetait à la mer deux* de ces pèlerins, le vingt-deuxième et le soixante-septième, et le 12 juin, trois jours après le 9, *il débarquait les soixante-cinq restants, parmi lesquels ben Kaddour succombait en touchant terre.* » (Voir *Comptes rendus*, séance du lundi 9 octobre 1865.)

Texte du Rapport présenté à la Conférence internationale de Constantinople, le 5 *juillet* 1866, *par le docteur* Bartoletti, *secrétaire rapporteur.*

« Quant à Marseille, le premier navire qui y arriva ayant eu des accidents cholériques à bord fut *la Stella, partie d'Alexandrie le* 1er *juin, avec soixante-sept pèlerins de la Mecque. Huit jours après son départ, le* 9 *juin, il jeta à la mer deux* morts de choléra. Le 11 juin, *il débarquait les soixante-cinq passagers restants, parmi lesquels* le nommé *ben Kaddour,* qui *succomba en touchant terre.* » (Voir page 85 de l'œuvre présentée par M. Fauvel.)

léra asiatique ou indien, que l'ouvrage de M. le Dr Tholozan a dû frapper très-vivement l'attention de la Commission. Or c'est sur cette idée, vraiment originale et nouvelle, que pivotent, pour ainsi dire, les six chapitres en lesquels l'auteur a divisé son livre.

Il est important, avant tout, de bien établir l'existence, sous forme de grande épidémie, de ce choléra *asiatique*, développé en Europe sans une importation nouvelle, mais à la suite de l'une des importations antérieures. Cependant ce n'est pas par cette grave question que M. Tholozan est entré en matière. Il ne l'a discutée, en effet, que dans le troisième chapitre, et après avoir d'abord, dans le premier et le second chapitre, essayé de prouver : 1° que l'épidémie de choléra, non introduite immédiatement, selon lui, d'Asie en Europe, est celle de 1852-1855 ; 2° que le point de départ de cette grande épidémie doit être placé en Pologne.

Quant à l'existence même de ce choléra de 1852-1855 sous forme d'une grande épidémie, elle n'est et ne saurait être contestée par nul médecin compétent.

Mais il n'en est pas ainsi de l'origine qui lui est assignée en Pologne par M. Tholozan. Ce savant médecin le sait à merveille, et il tient même beaucoup à démontrer que, sous ce rapport, il est en contradiction formelle avec la Conférence internationale de Constantinople, dont le rapporteur, M. Fauvel, a reçu, en 1870, sur le rapport de M. Andral, une récompense de *cinq mille francs*.

Tous les efforts de M. Tholozan, nous devons le répéter, ont donc pour objet essentiel de combattre la doctrine de MM. Hirsch et Goodève, doctrine aujourd'hui à peu près universellement adoptée par tous les médecins, que les grandes épidémies cholériques en Europe, et particulièrement celle de 1852-1855, proviennent de l'Inde (1).

Nous venons de voir que, dans les deux premiers chapitres, il a déjà attaqué l'origine asiatique ou indienne de cette dernière épidémie, et qu'il

(1) Il importe de faire remarquer ici que M. Tholozan n'adresse pas exactement la même critique à la Conférence de Constantinople, représentée pour lui par M. Fauvel, et à MM. Hirsch et Goodève. A ceux-ci il reproche d'avoir enseigné, d'après des faits dont il constate l'exactitude, que, comme toutes les épidémies antérieures de choléra en Europe, celle de 1852-1855 est venue de l'Inde par une importation qui lui est spéciale. Voici maintenant l'autre espèce de reproches qu'il adresse à la Conférence et à M. Fauvel. *La Conférence de Constantinople*, dit-il, *ne s'est pas occupée d'une manière spéciale du point de départ de l'épidémie de 1852-1855 ; mais M. Fauvel, qui a résumé ces travaux avec le talent et la compétence qu'on lui connaît*, écrit : « La grande manifestation épidémique de 1817, dans l'Inde,

en a placé le foyer en Pologne. Il réfute les arguments invoqués par MM. Hirsch et Goodève en faveur de l'origine asiatique de cette épidémie. Il emprunte à Gavin-Milroy les faits qui lui paraissent favorables à l'opinion nouvelle qu'il propose.

Dans le chapitre IV, qui porte le titre de *Filiation de l'épidémie et sa cause prochaine*, M. Tholozan, après avoir rappelé qu'en 1851 le choléra n'existait pas dans l'Allemagne du Nord, ajoute qu'il en fut autrement dans la Bohême, où la maladie exista, cette année, dans plusieurs districts. C'est fort probablement, selon lui, « dans la longue épidémie de Prague et de Bohême, durant les années 1849-1851, qu'il faut chercher la filiation des explosions cholériques de la fin de 1851 en Silésie et en Pologne, et le dernier chaînon de l'épidémie de 1847-1850, qui se relie à l'épidémie de 1852-1855. »

Les données de cette filiation admises, M. Tholozan reconnaît que, par elle seule, et d'une manière nécessaire, l'épidémie cholérique de 1847, introduite de l'Inde en Europe, n'a pas créé l'épidémie de 1852-1855, puisque, dit-il, dans deux autres émissions de l'Inde (celles de 1830 et 1865), on n'a pas vu naître d'épidémie consécutive générale. Il recherche donc les causes qui ont pu donner aux germes épuisés par une première épidémie une *vitalité nouvelle*.

Or nous devons avouer que nulle des causes qu'il a indiquées ne suffit pour démontrer, d'une manière victorieuse, pourquoi l'épidémie de choléra asiatique de 1847, contrairement à celles de 1830 et 1865, aurait laissé des germes capables, sans une nouvelle invasion de germes venus de l'Inde, de produire, par une sorte de résurrection, une véritable épidémie nouvelle de choléra asiatique. Nous ne saurions donc trop engager M. le

---

fut l'origine des épidémies qui, à trois reprises différentes (en 1830, 1847, 1865), ont envahi l'Europe...

» C'est à tort que quelques auteurs ont attribué l'épidémie de 1853 et années suivantes à une invasion distincte. Cette épidémie ne fut qu'une suite et une reprise de la maladie importée en 1847, qui avait laissé des foyers çà et là, et qui, sévissant en Amérique, fut réimportée de la Havane en Espagne, de là propagée en France, et plus tard jusqu'en Orient.... Cette épidémie, qui en 1814 ravagea l'Espagne et ramena l'épidémie dans une partie de l'Europe, y fut introduite en novembre 1853, à Vigo, par un navire venant de la Havane. »

Cela exposé, M. Tholozan se borne à noter une divergence marquée entre l'opinion de M. Fauvel et celle de MM. Hirsch et Goodève d'une part, et de MM. Briquet et Barth d'autre part; mais il se réserve le soin d'examiner plus tard les citations rapportées tout à l'heure, et nous verrons qu'il les combat formellement.

Dr Tholozan à entreprendre une nouvelle série de recherches sur la très-grave question de pathogénie cholérique dont il s'agit.

Dans le chapitre V, sur la *question de l'origine primitive ou secondaire, médiate ou immédiate de l'épidémie*, nous ne trouvons rien qui puisse éclairer cette question. C'est néanmoins dans ce chapitre que M. Tholozan soutient sa doctrine avec une conviction sans réserve. « En Pologne, dit-il, dans l'année 1852, on observa pour la première fois jusqu'ici, en Europe, un phénomène distinct qui, jusqu'à présent, n'a pas suffisamment fixé l'attention des personnes qui s'occupent de l'étiologie des maladies épidémiques. *Alors débuta au sein même de l'Europe une épidémie cholérique générale, et l'on observa chez nous un fléau qu'on croyait toujours provenir de l'Inde.* »

Nous ne ferons que mentionner, en passant, le chapitre VI, dans lequel l'auteur réfute les faits invoqués par certains auteurs, pour soutenir que l'épidémie cholérique de 1852-1855 nous serait venue d'Amérique. Cette réfutation nous a paru prêter peu de prise à la réplique.

La conclusion définitive de M. le docteur Tholozan est formulée dans les termes suivants : 1° *Le choléra de* 1852-1855 *a son point de départ en Europe ;* 2° *il constitue une épidémie véritable ;* 3° *il se relie à la traînée laissée en Allemagne et en Bohême par celui de* 1847-1850.

Nous le répétons, l'ouvrage de M. Tholozan est un éloquent et beau plaidoyer en faveur de ce point nouveau de la *pathogénie* du choléra indien ; mais il n'est que cela. L'auteur n'a pas épuisé un sujet si difficile à la fois et si grave dans ses conséquences.

En ce qui concerne celles-ci, la Commission se fait un devoir de déclarer que, dans tout le cours de son ouvrage, elle n'a rencontré aucune atteinte à la doctrine même de l'importation et de la contagion du choléra dit *asiatique*, et surtout au système sanitaire actuellement régnant contre cet épouvantable fléau. M. Tholozan, relativement à cette dernière question, s'exprime, au contraire, ainsi : « La science sanitaire, dans un de ses points de vue les plus nouveaux, les plus élevés, les plus humanitaires, cherchant à empêcher par tous les moyens possibles l'introduction du choléra d'Asie en Europe, doit étudier les épidémies dont le passage a été bien constaté et les localités par lesquelles s'est effectué ce passage, afin d'y élever les obstacles que la civilisation et la science la plus perfectionnée ont imaginés. »

On ne saurait parler plus explicitement en faveur du système sanitaire, adopté depuis les travaux de la Conférence internationale de Constantinople.

Nous aussi, dans un précédent Rapport, nous avions applaudi à ce système. Nous avions cru devoir ajouter que, pour achever son œuvre en cette matière, il restait à notre civilisation la difficile mais glorieuse tâche de poursuivre le monstre cholérique jusque dans son berceau ou plutôt dans son repaire même. Nous attendons encore l'*Hercule* auquel il est réservé de s'immortaliser par un si beau, un si divin travail, et il est à craindre, aux temps où nous vivons, qu'un tel demi-dieu ne soit pas près de se montrer.

Quoi qu'il en soit, il appartient à l'Académie de continuer à encourager tous ceux qui consacrent leurs recherches à la solution du double problème pour laquelle a été institué le prix Bréant.

M. Tholozan vient d'apporter son contingent à ce genre de recherches. Il nous présente, sur un point de la pathogénie du choléra, une *idée* nouvelle, qu'il a développée et discutée avec un rare talent, mais non suffisamment démontrée. Nous vous proposons de lui accorder la récompense que, toutes réserves faites sur le fond même de cette doctrine, il nous a paru mériter.

Voici donc les conclusions finales de la Commission pour le prix Bréant :

1° Décerner une récompense de *deux mille cinq cents francs* à M. **Grimaud de Caux** ;

2° Décerner une pareille récompense de *deux mille cinq cents francs* à M. le Dr **Tholozan**.

PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. Andral, Bouillaud, S. Laugier, Cl. Bernard, Wurtz, Nélaton rapporteur.)

A la date du 20 juillet 1866, le professeur Chaussier instituait, par son testament olographe, un prix dans le but d'encourager et de récompenser les travaux ayant pour objet la Médecine pratique et la Médecine légale. « Je veux, dit le testateur, que mon légataire prenne une inscription de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant quatre ans, pour donner un prix sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps *et fait avancer la Médecine*, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, etc., etc. »

Un seul candidat, pourvu, il est vrai, des titres les plus considérables, s'est présenté pour disputer ce prix, que l'Académie est appelée à décerner

pour la première fois : c'est M. le professeur **Tardieu**, qui depuis trente ans a fait une étude particulière de toutes les grandes questions qui se rattachent à la Médecine légale. Peut-être l'absence des compétiteurs trouvera-t-elle son explication dans le fait de la fondation toute récente de ce prix, fondation encore peu connue par les médecins.

Les ouvrages de M. Tardieu contiennent une foule d'aperçus nouveaux, dont quelques-uns constituent de véritables découvertes. Ce sont ces découvertes que nous devons principalement signaler à l'Académie.

Jusqu'ici les expertises médico-légales se bornaient le plus souvent à la constatation pure et simple du fait matériel, du *corps du délit*, pour employer l'expression consacrée; on se préoccupait bien rarement de ce que l'auteur désigne sous le nom de *côté clinique* de la question, c'est-à-dire de l'exposé des circonstances qui précèdent, accompagnent et suivent l'acte criminel. Il en résultait cette conséquence que tous les faits de l'accusation, n'étant point coordonnés ni élucidés les uns par les autres, se prêtaient difficilement à une interprétation logique et rigoureuse, et pouvaient donner lieu à de regrettables erreurs. C'est à M. Tardieu qu'il appartient d'avoir bien mis en relief ces nécessités de la pratique médico-légale.

Dans un empoisonnement, la constatation de la présence et de la nature du poison reste judiciairement le fait capital de toute expertise; mais n'est-il pas évident que la recherche des symptômes et des lésions occasionnés par l'ingestion de la substance toxique doit être le complément indispensable des investigations purement chimiques.

Les procédés d'analyse les plus perfectionnés sont d'ailleurs quelquefois impuissants à faire reconnaître les poisons; nous citerons, entre autres, la plupart des alcaloïdes végétaux, pour lesquels la science ne possède pas de réactif. C'est pour ces cas difficiles que M. Tardieu eut la pensée de recourir à l'expérimentation physiologique, laquelle peut se résumer en quelques mots :

Faire agir sur des animaux vivants les substances réputées toxiques, que l'on suppose avoir servi à l'accomplissement de l'acte criminel, et rechercher si elles produisent les symptômes qui sont le résultat ordinaire et bien connu de leur absorption chez les animaux vivants. La substance soumise à l'expérimentation produit-elle la dilatation de la pupille? Ne sera-t-on point autorisé à admettre un empoisonnement par l'atropine?

Tout le monde se rappelle la mémorable expertise médico-légale reproduite, sous les yeux de la cour d'assises, dans l'affaire Lapommeraie. Dans ce mode de recherches, l'organisme vivant devient le véritable réactif.

Les considérations relatives à la distinction à établir entre le suicide et l'homicide dans les différents cas de pendaison, de strangulation et de suffocation, bien que ne présentant pas le caractère d'une véritable découverte, n'en constituent pas moins, par la manière magistrale dont elles sont exposées, un progrès réel dans l'étude de ces questions.

M. Tardieu revendique avec raison la découverte des signes de la mort par suffocation, que cette suffocation *soit directe*, et alors produite par l'application de la main sur l'ouverture ou le trajet des voies aériennes, ou encore par l'introduction d'un corps étranger dans l'arrière-gorge; ou bien qu'elle *soit indirecte*, c'est-à-dire occasionnée par la compression suffisamment énergique des parois de la poitrine et de l'abdomen, ou par la privation d'air résultant de l'emprisonnement dans un espace limité.

Or ces manœuvres homicides peuvent être effectuées sans laisser de traces extérieures. Il était donc d'une haute importance de rechercher dans les organes internes quelque lésion propre à déceler chez ces sujets le genre de mort auquel ils avaient succombé : c'est ce qu'a fait M. Tardieu.

Il a démontré que les enfants morts par suffocation présentent à la surface du poumon de petites taches ponctuées, régulièrement arrondies. Ces taches, produites par un petit épanchement sanguin sous-pleural, sont d'un rouge presque noir, de dimensions variant depuis la grosseur d'une tête d'épingle jusqu'à celle d'un grain de chènevis, tantôt isolées, tantôt groupées de manière à former des marbrures. Le thymus et la surface du péricarde présentent assez souvent de semblables taches.

La description est accompagnée de planches parfaitement exécutées, qui donnent une idée aussi nette que possible de l'aspect de ces organes.

L'auteur reconnaît, il est vrai, que les taches peuvent manquer dans certains cas; mais il considère leur absence comme très-exceptionnelle, et il fait observer que cette absence est d'ailleurs sans danger dans l'expertise médico-légale, puisqu'elle conduirait à des conclusions négatives.

Ces cas exceptionnels, ajoute l'auteur, ne sauraient infirmer les centaines de faits positifs où l'existence d'ecchymoses a été constatée par lui-même et par d'autres. Ce qui serait grave, ce serait que l'expert pût se méprendre sur la cause de ces lésions et que, celles-ci se produisant dans des circonstances diverses, il ne fût pas possible de distinguer si elles appartiennent réellement à la suffocation. Aussi M. Tardieu insiste-t-il d'une façon particulière sur les signes propres à faire reconnaître l'ecchymose caractéristique de l'infanticide par suffocation de celle qui serait le résultat d'une affection générale ou locale des organes respiratoires.

Des considérations empruntées à ce que l'on pourrait appeler la clinique médico-légale lèvent tous les doutes à cet égard.

Ce que votre Rapporteur vient de dire des travaux de M. le professeur Tardieu, l'insistance qu'il a mise à en faire ressortir le caractère élevé, le soin qu'il a pris d'en signaler les faits nouveaux, recueillis en si grand nombre par l'auteur lui-même dans sa longue pratique, en montrent assez l'importance.

Les ouvrages de l'éminent médecin-légiste touchent aux questions les plus hautes de la Morale et de la Médecine, et c'est avec un incomparable talent que l'auteur les a traitées. Les idées sont exposées dans un ordre parfait, et les raisonnements marqués au coin de la logique la plus sévère.

Est-il besoin d'ajouter que, par leur nature même, ces travaux, basés sur l'observation journalière et la découverte de faits jusqu'ici inconnus, ont réalisé de grands progrès dans la Médecine légale? Ai-je besoin de dire à l'Académie qu'ils ont donné à l'éminent professeur, en France et à l'étranger, une autorité incontestée?

En accordant à l'auteur le prix Chaussier, l'Académie donnera une éclatante consécration à une des œuvres les mieux conçues, les plus fécondes en résultats qui aient paru en France depuis plusieurs années.

En conséquence, votre Commission a cru devoir décerner à M. Tardieu le prix Chaussier pour l'année 1871.

PRIX MONTYON, MÉDECINE ET CHIRURGIE.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Nélaton, J. Cloquet, S. Laugier, Bouillaud, Larrey, Andral, Coste, Ch. Robin rapporteur.)

Parmi les ouvrages soumis à l'examen de votre Commission, deux d'entre eux lui ont paru mériter un prix : ce sont celui de MM. Lancereaux et Lackerbauer et celui de M. le Dr Chassagny, de Lyon. D'autres travaux, composés de recherches d'une moindre étendue, nous ont semblé avoir assez d'intérêt pour que l'Académie leur accordât un encouragement, afin que leurs auteurs puissent les compléter par de nouvelles observations et au besoin les soumettre de nouveau à son approbation. D'autres enfin méritent d'être très-honorablement cités.

I. — Prix.

1° Le premier des travaux que votre Commission a jugés dignes d'être couronnés est un *Traité d'Anatomie pathologique*, entièrement composé

d'après des recherches propres aux auteurs; il comprend un volume de texte par M. le Dr Lancereaux et d'un atlas dessiné et gravé d'après nature par M. Lackerbauer (1).

Pour faire saisir l'esprit qui a guidé votre Commission dans le jugement qu'elle a porté, nous rappellerons que pour chaque lésion des tissus animaux, quelque complexe et étendue que soit cette lésion, on peut, en suivant chacune de ses phases, rejoindre rigoureusement celles des parties constituantes élémentaires normales des tissus dont elle représente une modification. Rien même n'est scientifiquement plus intéressant que de voir, à partir de telle ou telle des phases de l'évolution normale des éléments anatomiques, que de voir, disons-nous : 1° quels sont les divers modes de ces modifications morbides; 2° quelles sont les extrêmes limites qu'elles peuvent atteindre avant que se détruisent les parties qui en sont le siége et sans qu'il y ait jamais transmutation *de specie in speciem* de l'une quelconque de ces parties.

La Pathologie considérée dans son ensemble n'est, sous ce rapport, que l'une des formes de l'Anatomie et de la Physiologie comparatives; c'est celle dans laquelle, pendant la durée de leurs manières d'être anormales, les organes sont comparés à leurs homonymes normaux, pris comme point de départ.

Ainsi, loin d'être une science indépendante et autonome, la Pathologie dépend de l'étude des êtres envisagés à l'état normal, non-seulement parce que le sujet reste le même, les états qu'il peut offrir étant seuls changés, mais aussi parce qu'elle repose essentiellement sur la comparaison du dérangement à l'arrangement.

La Pathologie se constitue donc par des comparaisons de deux ordres: d'abord par celle des parties lésées et de leurs actes aux parties saines et aux actes normaux correspondants, puis ensuite par la comparaison avec elles-mêmes de ces parties modifiées et de leurs actions pendant la durée de ces changements morbides.

C'est ainsi que la Pathologie devient cette portion de la Biologie qui traite de la comparaison des états morbides aux états sains; c'est ainsi que l'*Anatomie pathologique* en particulier est devenue l'un des modes de l'*Anatomie comparative*, celui dans lequel on compare les états morbides des parties, tant avec leurs semblables à l'état normal qu'avec elles-mêmes aux diverses phases de leur évolution morbide; et dans cet ordre de choses, ce qui est

(1) Paris; 1871. In-4.

difficile est moins l'Anatomie et la Physiologie pathologiques que l'étude convenable de l'état normal.

On comprend dès lors que, dans la création des termes qui servent à désigner ces provenances anormales des éléments anatomiques et des tissus normaux, les règles sont les mêmes que celles qui guident dans la formation de ceux dont l'ensemble constitue la nomenclature anatomique. Aussi associer dans les descriptions les nomenclatures anciennes (fondées sur l'empirisme alors inévitable) à d'autres plus récentes, mais qui ne s'appuient pas davantage sur la comparaison de l'état morbide à l'état normal, c'est là une inconséquence manifeste et des plus choquantes, tant dans les écrits allemands modernes que dans ceux de leurs imitateurs. Rien en effet de plus nuisible à la connaissance de la nature des choses que de nommer et classer les productions pathologiques, comme si leurs éléments et leur texture n'avaient plus de rapport avec les éléments anatomiques et les tissus normaux. Le langage cesse en effet d'être un auxiliaire de la pensée et détourne l'esprit de l'examen de la réalité lorsqu'on le voit se fonder sur de simples analogies d'aspect extérieur avec des végétaux (*tubercules*, *fongus*, etc.), ou avec des matières qu'on en retire (*gliômes*, *granulômes*, etc.), avec des animaux (*polypes*, *cancer*, etc.), avec leurs produits ou leurs parties (*sarcômes*, *myxômes*, *pneumonie caséeuse*, etc.) et des corps bruts (*tumeurs colloïdes*, *cirrhose*, *squirrhe*, *psammômes*, etc.), pour établir une nomenclature pathologique qui laisse en singularité bien loin derrière elle celle des anciens chimistes, qui nommaient les sels d'après des comparaisons avec les astres (*lune*, *cornée d'argent*, *sel de Saturne*, etc.), avec les plantes (*arbres de Mars*, *de Diane*, *de Jupiter*, etc.).

Quels que soient donc les efforts qui sont faits dans le but de rendre aux anciennes nomenclatures empiriques une valeur qu'elles ont perdue devant les progrès de l'Anatomie et de l'Embryogénie, quels que soient ces efforts de la part des auteurs qui croient rendre valables, en leur donnant un sens nouveau, des termes tels que ceux de *sarcôme*, de *carcinôme*, et en leur en joignant d'autres analogues de nouvelle création (*gliôme*, *psammôme*, *myxôme*, etc.), la logique scientifique la plus élémentaire met en évidence les vices de cette manière de faire. Elle montre de suite l'impropriété de mots qui ne rappellent en rien les relations anatomiques et physiologiques des tissus morbides avec les tissus sains dont ils dérivent, alors que l'Anatomie décèle leurs liaisons au premier examen comparatif.

Votre Commission ne pouvait omettre de tenir compte ici de ces données. Leur application est en effet rendue chaque jour plus nécessaire par

les progrès de l'analyse anatomique poursuivie depuis les premières phases de l'apparition de nos tissus jusqu'à celles de leurs modifications séniles ou pathologiques les plus extrêmes. Elle devait aussi les rappeler en raison de ce que le seul reproche sérieux qu'elle trouve à faire aux auteurs du travail qu'elle vous propose de couronner, c'est d'avoir suivi les errements anciens sans apporter dans le choix des termes adoptés la même rigueur que dans leurs observations.

Mais, une fois ces réserves faites, nous reconnaissons que l'atlas d'Anatomie pathologique de MM. Lancereaux et Lackerbauer, quoique venant après les magnifiques iconographies de Cruveilhier et de Lebert, n'est pas moins une œuvre originale et toute personnelle. Les planches et les observations que renferme ce travail sont nouvelles, comme d'ailleurs, sous plus d'un rapport, l'idée qui a présidé à sa rédaction. Les recherches anatomo-pathologiques ont souvent été stériles, parce que les altérations pathologiques étaient étudiées isolément, indépendamment du malade et de tout ce qui trouble son organisme; mais les auteurs de ce livre, contrairement à la plupart de leurs prédécesseurs, ont tenu à rapprocher la description des lésions matérielles des organes de celle de la cause qui les engendre, de façon à vivifier pour ainsi dire l'Anatomie pathologique. De la sorte ils sont arrivés à reconnaître qu'il y a une relation constante entre la cause et l'altération anatomique, et que, pour une cause donnée, il existe toujours une lésion propre, et inversement. Ce principe a pour conséquence d'apporter d'importantes modifications dans la Nosologie et de donner à la classification des maladies un appui solide; à l'étiologie, au pronostic et à la thérapeutique il donne des indications précises et toujours identiques; c'est à la démonstration de ce principe important qu'est consacré l'ouvrage que nous vous proposons de récompenser.

D'autre part, il renferme un grand nombre de faits particuliers nouveaux concernant les lésions des divers appareils de l'économie humaine; aussi votre Commission considère la publication de ce travail remarquable comme un service rendu à la science, et elle est d'avis de décerner un prix de *deux mille cinq cents francs* à MM. **Lancereaux** et **Lackerbauer**.

2° M. **Chassagny** a présenté, pour le concours au prix Montyon, un livre ayant pour titre : 1° *Méthode des tractions soutenues;* 2° *Le forceps considéré comme agent de préhension et de traction;* 3° *Preuves expérimentales de la non-identité d'action des diverses variétés de forceps.*

Ces publications ont pour but de démontrer les avantages et même la

supériorité d'un forceps à branches parallèles, de l'invention de l'auteur, comparé au forceps à branches croisées et courtes. M. Chassagny ne se borne pas à une affirmation, il tient à démontrer expérimentalement les propositions qu'il avance. Vos Commissaires se sont réunis à deux reprises différentes pour assister à ces démonstrations; ils sont restés convaincus de la parfaite exactitude des faits énoncés par l'auteur et de celle de son explication du mécanisme de ses instruments.

Préhension, compression, traction, telles sont les principales fonctions du forceps.

La pression étant un effet nécessaire du forceps aura un rôle utile si elle porte sur les parties compressibles de la tête, sur la voûte crânienne; nuisible si elle porte sur les parties irréductibles, sur la base.

Le vice de tout forceps croisé et de tout forceps à branches courtes, c'est que les parties qui tendent le plus à se rapprocher sont les extrémités des cuillers; c'est, par conséquent, que la pression est plus forte sur la base du crâne où elle est dangereuse, moindre vers la voûte où elle serait utile.

Les forceps à branches parallèles évitent en grande partie cet inconvénient. A cette propriété des forceps à branches parallèles, le forceps de M. Chassagny joint les avantages qui résultent de la grande longueur et de la flexibilité de ses branches; de la faible courbure des cuillers; du parallélisme plus parfait des branches, puisque les manches, à leur extrémité articulée, sont distants l'un de l'autre de 6 centimètres. Il résulte de cette construction que, lorsque la pression s'exerce, elle agit par le milieu des cuillers sur la voûte compressible, tandis que les extrémités s'éloignent légèrement de la base qu'il serait inutile et dangereux de comprimer.

Ce parallélisme plus parfait des branches du forceps de M. Chassagny a encore pour effet d'exercer les pressions perpendiculairement à la surface comprimée, et par conséquent de rendre les glissements plus difficiles. Il permet la plus facile élongation qui accompagne nécessairement la réduction de la tête, élongation qui est singulièrement gênée par la disposition anguleuse des forceps à branches croisées.

Ces avantages, que l'auteur attribue au forceps à branches parallèles, déduits d'abord de considérations théoriques empruntées à la mécanique, ont été rendus sensibles, ainsi que nous l'avons déjà dit, par diverses démonstrations expérimentales qui ne sauraient laisser aucun doute et qui ne manqueront pas de rectifier les idées de bien des accoucheurs qui pensent que *tout forceps est bon et que leur différence dépend exclusivement de l'habileté de l'opérateur.*

Ces expériences de M. Chassagny ont d'ailleurs un double avantage : non-seulement elles nous montrent l'action des forceps sur les diverses parties de la tête du fœtus; mais elles nous expliquent encore et nous font mesurer les différences de pression que les forceps font subir aux parties maternelles, au moment de la traction, différences toutes à l'avantage du forceps auquel, après bien des essais, l'auteur s'est définitivement arrêté.

Quand, suivant la méthode ordinaire, la traction s'opère directement sur les manches du forceps, le précepte est de modifier graduellement le sens de la traction, de manière à diriger constamment la tête suivant l'axe courbe de l'excavation pelvienne. En agissant ainsi, on répartirait à chaque instant d'une façon égale la pression sur les divers points de la circonférence pelvienne comprimée par la tête, ce qui est la condition d'une bonne traction. Mais ce précepte est inapplicable. Quelle que soit l'habileté de l'opérateur, quelle que soit la connaissance exacte qu'il possède de la courbure du bassin, il lui est impossible de réaliser cette condition; c'est ce que M. Chassagny prouve empiriquement, à l'aide d'un bassin artificiel muni d'appareils enregistreurs, qui font connaître à chaque instant les pressions subies par chaque point de la circonférence; la tête ne chemine alors que par une série de luxations successives.

A cette traction défectueuse opérée à distance par l'intervention d'un levier rigide, M. Chassagny substitue la traction exercée directement sur le centre de figure de la tête. Au lieu de tirer sur les manches du forceps, il tire sur le centre même des cuillers. C'est là la principale originalité du forceps de M. Chassagny. Des cordons attachés en un point des cuillers, qui correspond à chaque extrémité du diamètre transversal passant par le centre de la tête, vont se relier à un appareil tracteur fixé aux genoux de la femme en travail. La traction est soutenue, ainsi que l'avait déjà conseillé M. Joulin, et la tête chemine sans secousse en suivant d'elle-même les directions que lui imprime la forme de la filière pelvienne.

Cet avantage, que présente la méthode de M. Chassagny, de laisser la tête se diriger, pour ainsi dire spontanément, apparaît encore pour les mouvements de rotation qui doivent adapter les grands diamètres de la tête aux diamètres correspondants du bassin. Quand l'occiput est en arrière, il arrive quelquefois que le dégagement se fait naturellement dans cette position; c'est, d'après l'auteur, quand le tronc a sa face antérieure dirigée en avant; mais, si le dos du fœtus est en avant, l'occiput, pour se dégager, devrait quitter le sacrum et être ramené sous le pubis. Des observations remarquables, rapportées par M. Chassagny, tendent à prouver que, à l'aide de

sa méthode, l'un et l'autre dégagement peuvent se faire spontanément. Qu'arrivera-t-il avec le forceps ordinaire? L'accoucheur ignore si la face antérieure du tronc est dirigée en avant ou en arrière; il imprime à la tête, à l'aide du forceps, un mouvement de rotation qui, dans un certain nombre de cas, aura pour conséquence fâcheuse de produire la torsion du col.

Un autre avantage de la méthode de M. Chassagny, c'est la continuité, la permanence de la traction mécanique opposées à l'intermittence, aux saccades, pour ainsi dire, de la traction manuelle.

A l'exposé théorique de sa méthode, l'auteur a joint des faits qui permettent de la juger cliniquement. Des motifs de délicatesse professionnelle l'ont empêché de publier plus de trois cents faits qui lui sont propres. Il a préféré ne s'appuyer que sur des observations recueillies par d'autres que par lui. Ces faits, d'ailleurs, dus à des accoucheurs distingués de Lyon, de Saint-Étienne, de Mulhouse, offrent toute garantie. Ils montrent des femmes chez lesquelles plusieurs accouchements terminés par le forceps n'avaient amené que des enfants morts, et qui, lors d'une grossesse ultérieure, obtiennent, grâce à la nouvelle méthode, un enfant vivant.

La lecture du livre de M. Chassagny fait en outre reconnaître une œuvre longtemps méditée et scientifiquement élaborée, pour l'accomplissement de laquelle il fait appel avec justesse aux notions de la Mécanique. Les critiques, faciles à prévoir, dont cet ouvrage a été l'objet, n'infirment en rien la validité des résultats obtenus par l'emploi des moyens imaginés par l'auteur, et votre Commission reste convaincue qu'elles s'évanouiront lorsque sa méthode sera mieux connue et mieux comprise.

Elle considère en conséquence le travail de M. Chassagny comme ayant fait faire à l'art des accouchements un progrès assez considérable pour qu'un prix de *deux mille cinq cents francs* de la fondation Montyon lui soit décerné.

II. — Encouragements.

1° Dans leurs recherches sur les maladies infectieuses, MM. Coze et Feltz (1) se sont proposé d'étudier les altérations du sang et les organismes qui s'y développent dans les diverses maladies dites infectieuses. Étudier, d'autre part, les effets des inoculations et des injections de ce liquide sur des animaux sains, et les lésions anatomiques et fonctionnelles

(1) Coze et V. Feltz, *Recherches sur les maladies infectieuses étudiées spécialement au point de vue de l'état du sang et de la présence des ferments*. Paris, 1871; in-8, avec 6 planches.

qui en résultent, tel est le programme que se sont tracé les Auteurs. Votre Commission ne peut vous faire l'historique des expériences de cet ordre, tentées à diverses reprises depuis longtemps, de celles de Gaspard en particulier; elle doit se borner à dire que des études expérimentales de MM. Coze et Feltz il résulte que : dans les maladies infectieuses aiguës (septicémie, fièvre puerpérale, fièvre typhoïde, pyrexies éruptives), le sang, entre autres modifications, renferme toujours des bactéries. Dans la septicémie, la fièvre typhoïde et la fièvre puerpérale, les éléments figurés se rapprochent plus ou moins du type du *Bacterium catenula* (bâtonnets exposés bout à bout). Dans la variole, la scarlatine et la rougeole, les bâtonnets sont plus petits et isolés (*Bacterium termo* et *Bacterium punctum*).

Ces caractères différentiels n'ont pas une valeur absolue; car, ainsi que l'ont fait observer M. Davaine et d'autres encore, les dimensions de ces organismes sont loin d'être fixes; elles varient pour la même espèce selon les conditions de développement, l'âge des sujets et le moment où on les examine. On sait de plus, depuis les recherches de Colin (1853), de votre Rapporteur (1865), de Hoffmann, de Maggi et Cruvelli (1868), etc., que les bactéries ne sont autre chose qu'une des premières phases du développement des Algues des genres *Leptothrix*, d'une part, et *Leptomitus*, de l'autre.

Sans nous arrêter davantage sur ce point, qui n'a que des rapports indirects avec le sujet que nous examinons, nous ajouterons que MM. Coze et Feltz ont constaté que, toutes les fois que le sang fourni par les sujets atteints des maladies indiquées plus haut est introduit dans les vaisseaux d'un animal sain, celui-ci meurt après un espace de temps qui varie entre deux et huit jours; il meurt d'autant plus vite que le sang contient plus de bactéries. En même temps proviennent des changements dans la proportion d'eau du sang de l'animal observé, dans la coagulabilité de ses principes albuminoïdes, dans les proportions de certains de ses composants cristallisables, comme l'urée, etc., etc.

Si c'est du sang d'homme mort de fièvre typhoïde qui est injecté, les plaques de Peyer offrent sur les chiens des altérations analogues à celles qu'on trouve dans cette affection. Le sang des animaux morts ainsi, injecté à d'autres animaux, amène leur mort de la même manière; le sang du second animal est plus septique que celui du premier, celui du troisième plus que celui du second. Ce sang est déjà septique avant la mort de l'animal. Les veines, le tissu cellulaire, le rectum, l'estomac, le poumon, tel est l'ordre décroissant indiquant la facilité avec laquelle les matières in-

jectées altèrent le sang et amènent la mort. Le sang septique desséché conserve ses propriétés.

Des phénomènes de même ordre, mais distincts, ont été obtenus en injectant sur des lapins du sang de femmes mortes de fièvre puerpérale et contenant des bactéries, de celui d'individus morts d'infection purulente, de variole, de rougeole et de scarlatine; ce sang renferme déjà des bactéries avant la mort. Les lapins sont les animaux qui sont le plus influencés par les matières septiques. Mais en injectant du sang de varioleux ou de scarlatineux à des lapins, ce n'est ni une variole ni une scarlatine qu'on détermine; l'inoculation, l'exanthème, la marche typique font défaut: ce qu'on provoque dans tous les cas, c'est une maladie septique, une septicémie.

Il est du devoir de votre Commission de faire ces réserves, mais il est de son devoir aussi de rendre justice à ces laborieuses recherches, où les auteurs ont apporté toute la sévérité des méthodes scientifiques; nous vous aurions même demandé de les couronner, si nous n'avions pensé qu'elles méritaient d'être étendues et précisées encore par les savants investigateurs qui les ont poursuivies.

2° M. le Dr **Jousset** s'est livré à des recherches intéressantes sur l'action du venin du scorpion (*Scorpio occitanus*). L'action de ce venin a été étudiée déjà par divers observateurs, mais beaucoup moins souvent que celle du venin des serpents venimeux de diverses contrées. Nous nous bornerons à résumer ici les résultats obtenus par M. Jousset. Il a constaté que le venin du scorpion est très-énergique, à poids égal, par rapport aux autres. A la dose de 6 à 7 milligrammes, il foudroie un chien; à dose plus faible, son action est lente. La vésicule d'un *Scorpio occitanus* de forte taille contient en moyenne de 2 à 3 milligrammes de venin seulement (1).

Les symptômes les plus apparents de l'empoisonnement par le venin de scorpion sont: la coloration plus ou moins vive de la peau, la rigidité des muscles dans la région où le venin a été inoculé, l'engorgement des petits vaisseaux et l'arrêt progressif de la circulation capillaire.

Sur les rainettes (*Hyla arborea*) auxquelles on inocule le venin du scorpion, si l'on examine la circulation sous le microscope, on peut constater que le fluide porte son action sur les globules mêmes du sang. Il a pour effet de rendre ces globules poisseux et de les empêcher de glisser les uns

(1) *Expériences sur le venin de scorpion* (Mémoire manuscrit).

sur les autres. Les globules sanguins touchés par le venin ont acquis la propriété de s'agglutiner entre eux et de s'accoler aux globules sains, de manière à former ainsi de petits amas de globules, incapables de traverser les capillaires. Si cet arrêt de la circulation est limité, il détermine des accidents plus ou moins graves ; s'il est général, la mort en est la conséquence.

M. le Dr Jousset poursuit en ce moment ses expériences, non-seulement pour terminer ses recherches sur le scorpion, mais aussi sur le venin de la vipère. Ses études lui ont permis de penser qu'il y a une grande analogie entre les actions de ces divers venins.

Il est donc permis d'espérer que, en poursuivant ses essais, M. Jousset éclairera d'un jour nouveau certaines actions venimeuses, dont la connaissance est d'un haut intérêt pour le médecin.

C'est pourquoi la Commission a l'honneur de proposer à l'Académie d'encourager M. **Jousset** à continuer des expériences qui sont difficiles et dispendieuses.

3° M. le Dr **Decaisne** a présenté à l'Académie plusieurs travaux, parmi lesquels se distinguent deux Mémoires qui méritent d'être signalés par la Commission.

C'est d'abord son Mémoire sur la température de l'enfant malade, démontrant, à part les études déjà publiées sur ce sujet, les influences de l'alimentation insuffisante sur la terminaison des maladies. L'auteur en a particulièrement étudié les effets pendant le siége de Paris avec une précision qui méritait d'être signalée.

Il a établi la différence qui existe entre la température de la pneumonie et celle de la bronchite capillaire, fait important, au point de vue du diagnostic différentiel. Il a montré, dans la méningite, que l'abaissement de la température, dont on a voulu faire un signe pathognomonique, est loin d'être infaillible. Il a fait voir ensuite dans ses nombreuses observations d'entérocolite la part exacte à faire à l'alimentation de la mère et à celle de l'enfant.

M. Decaisne, dans son second Mémoire, a étudié avec soin l'influence de l'alimentation sur la composition du lait de femme, en rassemblant quarante-trois sujets d'observation, à force de recherches. Le lait de ces femmes pendant l'alimentation insuffisante et aussi après l'alimentation réparatrice a été soumis cent quatre-vingt-dix-sept fois aux analyses les plus attentives. Les conclusions de l'auteur de cet intéressant travail, confirmant pour le lait de la femme celles de MM. Dumas, Payen et Bous-

singault pour le lait de vache, ont ainsi une importance réelle, et constituent, comme on l'a dit en Angleterre, un fait acquis à la science.

La Commission, ayant pris en considération ces deux Mémoires, et tenant compte aussi des travaux de M. **Decaisne**, qu'elle considère comme dignes d'être étendus et poursuivis, vous propose de l'encourager à les continuer.

4° M. le Dr A. **Desprès**, chirurgien des hôpitaux de Paris, a soumis à l'examen de votre Commission un travail étendu sur *l'ulcération et les ulcères du col de l'utérus* (Paris, 1870; in-8°).

Les recherches d'ordre pathologique contenues dans ce travail s'appuient sur une étude anatomique et physiologique très-bien faite des organes de la gestation chez la femme.

Votre Commission a pris en considération les unes et les autres de ces investigations qui méritent approbation; elle a pris aussi en considération les détails d'ordre chirurgical, qu'elle n'expose pas ici, bien qu'elle les considère comme assez neufs pour être signalés à l'attention des savants. Ce travail, du reste, mérite d'être complété, et il est permis d'espérer que l'auteur ne bornera pas là ses études sur une partie importante de la Médecine et de la Chirurgie. C'est pourquoi la Commission a l'honneur de proposer à l'Académie d'encourager M. **Desprès** à continuer les observations difficiles qu'il a commencées.

En résumé, votre Commission a jugés dignes de recevoir des prix de la fondation Montyon : 1° l'ouvrage de MM. Lancereaux et Lackerbauer; 2° celui de M. le Dr Chassagny (de Lyon).

Elle considère comme méritant un encouragement de *douze cents francs* les autres travaux dont elle vous a entretenus, et dont suit l'énumération :

1° L'Ouvrage de MM. **Coze** et **Feltz**;

2° Le Mémoire de M. **Jousset**;

3° Les Études de M. le Dr **Decaisne**;

4° Le Mémoire de M. **Desprès**.

Enfin la Commission considère comme dignes d'une *citation très-honorable* dans son Rapport :

1° Les recherches de M. le Dr Victor Fumouze sur *les Spectres d'absorption du sang* (Paris, 1871, in-4° avec planches);

2° Les publications de M. le Dr Bergeret, médecin de l'hôpital de Saint-Étienne, contenant les résultats de ses études sur les altérations de l'urine et de la bile dans diverses maladies.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Nélaton, S. Laugier, Andral, Cloquet, Bouillaud, Ch. Robin rapporteur.)

Parmi les travaux qui vous ont été présentés pour concourir au prix Godard, l'attention de votre Commission a particulièrement été fixée par l'ouvrage de M. le Dr **Charles Mauriac**, intitulé : *Étude sur les névralgies réflexes symptomatiques de l'orchi-épididymite blennorrhagique.*

Sans entrer dans les développements que comporterait l'analyse de ce travail, vos Commissaires doivent se borner à en signaler les parties qui leur ont paru présenter plus de nouveauté : ce sont celles dans lesquelles l'auteur, étudiant la douleur qui accompagne l'épididymite, au lieu de rester confinée (avec toutes ses variations d'intensité) dans l'organe où siége la lésion, se manifeste sur des points très-éloignés et sans lien organique apparent avec l'appareil malade. Ces manifestations douloureuses éloignées sont alternativement sourdes ou lancinantes, continues et paroxystiques, fugaces et mobiles, et parfois persistantes sous forme de point douloureux fixe, comme les douleurs névralgiques. Enfin elles ne s'accompagnent d'aucune modification matérielle appréciable dans les régions qu'elles envahissent. Ces curieuses irradiations, dites *sympathiques*, sont suivies et décrites avec toute l'exactitude que la critique a aujourd'hui le droit d'exiger (surtout quand il s'agit de résultats nouveaux).

Leur description ne laisse aucun doute sur leur nature : elles ont bien tout à la fois le caractère névralgique et celui des actes de sensibilité dits *réflexes*.

Sur quels points se réfléchissent-elles? L'auteur établit qu'elles peuvent envahir toutes les branches nerveuses qui émanent des plexus lombaire et sacré; qu'elles peuvent même remonter plus haut et parcourir quelques branches des nerfs intercostaux. Le plus souvent elles sont unilatérales, mais quelquefois elles se manifestent des deux côtés et forment une ceinture douloureuse lombo-abdominale, dont les deux foyers principaux sont en arrière, vers les parties inférieures de la région rénale, et en avant audessous de l'ombilic.

Parmi ces névralgies réflexes, il faut citer en outre, comme remarquables et les plus communes, celles qui se propagent le long du membre inférieur, qui correspond au côté des organes générateurs affectés. Elles constituent deux groupes principaux : au premier appartiennent les névralgies crurales,

au second les névralgies fessières et sciatique. Nous ne faisons ici, du reste, que vous esquisser la distribution générale de ces irradiations douloureuses.

Mais nous mentionnerons encore la propagation des douleurs qui, parties du testicule, gagnent quelquefois les plexus solaire et mésentérique; elles donnent lieu à des viscéralgies hépato-gastriques avec vomissements, à des douleurs intestinales ou autres phénomènes, que les auteurs avaient eu tort de considérer jusqu'ici comme le résultat d'une péritonite compliquant certaines orchites graves.

L'ensemble de ces irradiations viscéralgiques réflexes est, du reste, de nature à faire croire dans quelques cas que l'inflammation du testicule et du cordon s'est propagée à la séreuse abdominale; car ce qui caractérise ces douleurs, c'est le retentissement qu'elles ont sur tout l'organisme, par l'espèce de prostration dans laquelle elles le jettent momentanément, l'économie par l'asthénie qu'elles provoquent du côté de la circulation, et les troubles secondaires qu'elles suscitent dans l'estomac et les intestins. C'est par ces influences réflexes viscéralgiques que l'auteur explique les alternatives de fièvre et de prostration, avec ou sans algidité, avec petitesse du pouls, refroidissement des extrémités et sueurs froides, qu'on observe vers le moment du plus haut degré d'intensité du paroxysme.

Après avoir établi cliniquement l'existence des névralgies réflexes symptomatiques de l'inflammation du testicule, M. le Dr Mauriac a étudié le phénomène morbide sous tous ses aspects: caractère, intensité, durée et succession des accès et des atteintes de la douleur réflexe, troubles de la contraction musculaire qui l'accompagne, telles sont les questions traitées dans une description synthétique qui résume les faits.

Le point de vue réellement nouveau auquel s'est placé l'auteur lui a permis de passer en revue les manifestations douloureuses de presque toutes les affections testiculaires, et de les interpréter avec plus de netteté qu'on ne l'avait fait avant lui. C'est ainsi qu'il a combattu l'essentialité de la névralgie du testicule, décrite par Astley Cooper et Curling, sous le nom de *testicule irritable*, en démontrant que dans la majorité des cas elle est le résultat, soit d'une dilatation variqueuse des veines du cordon, soit d'une lésion traumatique, blennorrhagique, rhumatismale, qui a provoqué, soit dans la tunique vaginale, soit dans l'épididyme, le testicule ou le cordon, des douleurs locales ou des impressions réfléchies par les centres nerveux, sous forme de névralgie.

En résumé, laissant de côté la partie purement théorique du travail de

M. **Charles Mauriac**, malgré l'intérêt qu'elle présente, votre Commission pense qu'il a fait faire à la Physiologie pathologique un progrès réel, et qu'il mérite d'être récompensé; elle lui a, en conséquence, décerné le prix Godard, pour l'année 1871.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Robin, Milne Edwards, Coste, Brongniart rapporteur.)

Pour le concours de 1871, l'Académie a reçu un travail imprimé fort étendu de M. **Jules Raulin**, intitulé : *Études chimiques sur la végétation*.

Après avoir examiné, dans une première partie de ce Mémoire, les phénomènes de la nutrition dans les végétaux phanérogames, avoir résumé et discuté avec clarté les résultats auxquels les études de divers chimistes ont conduit à ce sujet, mais sans y ajouter d'expériences qui lui soient propres, M. Raulin s'est proposé, dans la seconde partie, d'étudier les conditions de la nutrition dans une plante de la classe des Champignons, végétaux qui diffèrent à tant d'égards des végétaux supérieurs.

Cette partie du travail de M. Raulin, résultant de ses propres expériences, a été particulièrement l'objet de l'examen de la Commission.

Une petite moisissure, l'*Aspergillus niger*, dont la reproduction est facile au moyen de ses spores, et dont l'accroissement rapide permettait de déterminer les conditions nécessaires à son développement, a servi à ces expériences.

Dirigées d'après une méthode scientifique rigoureuse, exécutées dans des conditions générales identiques, en ne faisant varier dans chaque expérience qu'un seul des termes du problème, l'auteur a pu apprécier l'influence de chacune des conditions particulières auxquelles le développement de la plante était soumis.

Cette méthode, déjà employée avec succès par notre savant confrère M. Boussingault, pour déterminer l'influence de certaines substances sur la végétation des plantes cultivées, a été appliquée d'une manière plus variée et plus étendue par M. Georges Ville, dans ses expériences ayant pour but de déterminer le rôle des diverses matières qui entrent dans la composition

d'un sol artificiel sur la nutrition et le développement de plusieurs végétaux.

La méthode suivie par M. Raulin est fondée sur les mêmes principes.

Il a cherché à déterminer d'abord, par des expériences préalables, quelles étaient les conditions physiques et l'ensemble des substances d'une composition chimique définie qui amèneraient la production la plus abondante de la moisissure, sujet de ses études.

Une température de 35 degrés s'est montrée la plus favorable; au-dessus de 38 degrés et au-dessous de 30 degrés son développement est moins rapide et moins considérable; à 20 degrés il est presque nul.

Un air humide et renouvelé est indispensable, et cette dernière condition montre le rôle que joue l'oxygène.

Enfin l'étendue de la surface du liquide exposé au contact de l'air, et par suite la forme des vases qui le contiennent, influent sur l'accroissement du petit cryptogame et sur le produit qu'on en obtient.

A la suite de divers essais, M. Raulin a reconnu que le liquide le plus favorable au développement de l'*Aspergillus niger* devait être composé ainsi :

Eau	1500 gr
Sucre candi	70
Acide tartrique	4
Nitrate d'ammoniaque	4
Phosphate d'ammoniaque	0,60
Carbonate de potasse	0,60
Carbonate de magnésie	0,40
Sulfate d'ammoniaque	0,25
Sulfate de zinc	0,07
Sulfate de fer	0,07
Silicate de potasse	0,07

C'est ce que l'auteur nomme le *liquide d'essai type*.

A la surface de ce liquide, mis dans des vases de porcelaine peu profonds, placés dans une étuve à 35 degrés, convenablement humide et aérée, on répand, avec un pinceau, des spores d'*Aspergillus niger* bien purs. Ils germent rapidement, et leurs filaments entrecroisés forment bientôt une membrane épaisse et feutrée qui se couvre de fructifications, arrivées à leur maturité trois jours après l'ensemencement. On récolte alors le tout, et le poids, après dessiccation, indique le produit de ce premier semis; un second semis est fait dans le même liquide, qui se trouve à peu près épuisé après cette seconde récolte, et peut cependant encore fournir une troisième récolte.

Le poids de ces récoltes desséchées peut, dans les conditions les plus favorables, atteindre jusqu'à 25 grammes; des expériences comparatives simultanément faites dans des conditions physiques identiques, mais en retranchant un des éléments chimiques du type ci-dessus, indiquent, par la réduction du produit, l'influence plus ou moins grande de la matière supprimée sur la végétation de l'*Aspergillus*. M. Raulin a pu ainsi, par de nombreuses expériences, reconnaître que toutes les substances qui entraient dans la composition du liquide type avaient une influence plus ou moins marquée sur la végétation de ce petit champignon, d'une organisation si simple et qui exige cependant, pour atteindre son développement maximum, des substances aussi nombreuses et aussi variées que les plus grands végétaux.

M. Raulin reconnaît ainsi la nécessité presque absolue du sucre et des sels azotés pour la production de ce petit végétal, et l'influence très-marquée des autres matières minérales déjà citées. L'influence des sels de fer, si répandus dans la nature, n'étonne que peu; mais un des résultats les plus inattendus est l'action favorable des sels de zinc (sulfates ou acétates) à très-petites doses ($0^{gr},1$ de sulfate de zinc pour 3000 grammes d'eau, c'est-à-dire $\frac{1}{30000}$) sur le développement de l'*Aspergillus*, leur présence à cette dose augmentant les récoltes dans le rapport de 1 à 4 et de 1 à 3.

Ce résultat a été obtenu dans des expériences répétées avec divers sels de zinc, sulfate, acétate, citrate, ce qui prouve bien que c'est à la présence de ce métal que le résultat est dû.

On peut tirer des conséquences semblables des expériences relatives aux sels de fer, si ce n'est que l'absence de ce métal paraît avoir une action moins défavorable sur les produits de la végétation de l'*Aspergillus*.

A côté de cette influence favorable de certains sels métalliques, de fer et de zinc, sur l'accroissement de ces cryptogames, M. Raulin a constaté, d'une manière plus précise qu'on ne l'avait fait précédemment, l'action non pas seulement nuisible, mais toxique, d'autres sels métalliques à des doses excessivement faibles. Ainsi le nitrate d'argent, à la dose de $\frac{1}{100000}$, le bichlorure de mercure, à celle de $\frac{1}{500000}$, s'opposent à tout développement de la moisissure, et ce n'est qu'à une dose encore plus faible qu'il y a une végétation plus ou moins prononcée.

Les résultats obtenus par M. Raulin sont donc très-intéressants par eux-mêmes, en nous éclairant sur le mode de nutrition encore si obscur de ces petits champignons, qui jouent un si grand rôle dans l'économie de la nature; mais, en outre, ce travail nous fournit un excellent exemple d'une

méthode expérimentale qui pourra s'appliquer à d'autres recherches sur la nutrition des végétaux.

Par ces motifs, la Commission du prix de Physiologie expérimentale décerne ce prix, pour l'année 1871, à M. Jules Raulin, pour son Mémoire intitulé : *Études chimiques sur la végétation*.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Chevreul, Combes, Boussingault, Dumas, Bussy, Rolland rapporteur.)

Un seul travail, du ressort de la Mécanique, ayant fixé l'attention de la Commission, M. Rolland a été chargé de faire le Rapport suivant :

M. Guibal, ingénieur civil et professeur à l'École des Mines du Hainaut, a inventé et introduit dans l'exploitation des mines un système nouveau de ventilation, dont les résultats remarquables ont été soumis à notre examen par l'Académie.

Le nouveau ventilateur rentre dans la classe des ventilateurs à force centrifuge. Il diffère des appareils de ce genre usités antérieurement par ses proportions considérables, par sa simplicité d'installation et par quelques dispositions particulières dont l'examen, quelque intérêt qu'il puisse présenter, s'éloignerait du but spécial poursuivi par la Commission des Arts insalubres.

S'il est une industrie qui expose la vie humaine à de graves dangers, c'est sans contredit celle de l'exploitation des mines de houille, où les explosions de grisou viennent si souvent encore porter le deuil dans les familles et consterner des populations entières. Les appareils de ventilation imaginés par M. Guibal ont puissamment contribué à diminuer les dangers de cette nature, et c'est sous cet aspect surtout que nous avons à les apprécier.

Depuis leur première apparition en 1859, les ventilateurs Guibal ont reçu des applications de plus en plus nombreuses dans les principaux bassins houillers de la Belgique, de la France, de l'Angleterre, etc. Un succès si rapide et si général tient, sans aucun doute, à ce que l'industrie trouve

dans l'emploi de ce système des avantages sérieux au point de vue économique, en même temps qu'une protection efficace pour la vie des mineurs.

C'est surtout à la puissance exceptionnelle de ses ventilateurs, puissance qui permet de porter leur action dans les galeries de mine à des distances plus considérables que par le passé, que l'auteur attribue les résultats obtenus relativement à la sécurité plus grande du travail. Pour donner une idée de cette puissance, il cite un ventilateur de son système, dont la roue à palettes a un diamètre de 12 mètres sur une largeur de 4 mètres, et qui est mû directement par une machine de 120 chevaux; il ajoute que la dépense totale de cette installation s'est élevée à 30 000 francs seulement.

Votre Commission a examiné avec intérêt divers tableaux statistiques, dont le plus grand nombre sont tirés des documents officiels établis par les ingénieurs de l'État belge. Il serait trop long de discuter en détail les conséquences diverses à tirer de ces documents; nous nous bornerons à dire qu'il en résulte que les ventilateurs Guibal ont reçu en dix ans 196 applications, dont 57 en Belgique, 47 en France, 66 en Angleterre et 26 en Allemagne; que ces appareils sont non-seulement beaucoup plus puissants, mais encore beaucoup plus économiques que les autres ventilateurs employés jusque-là à l'aération des mines. Nous ne pouvions songer à contrôler, par des expériences directes, les chiffres figurant dans les tableaux placés sous nos yeux, tableaux dont la source devait d'ailleurs nous inspirer toute confiance. Ce qu'il importait en effet de constater surtout, c'est l'immense développement qu'a pris la ventilation des mines à l'aide des appareils Guibal, et l'accroissement de sécurité qui résulte, pour la vie des mineurs, de l'emploi de ces puissants appareils. Douze années de succès industriels continus et progressifs ne laissent à votre Commission aucune incertitude à cet égard.

En résumé, la Commission est d'avis que le système de ventilation de M. **Guibal** constitue un progrès important dans l'art de l'aération des mines, et elle décerne à son auteur un prix de *deux mille cinq cents francs*.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Becquerel, Combes, Chasles, Dumas rapporteur.)

La Commission chargée de décerner le prix Gegner propose à l'Académie de l'accorder, pour l'année 1871, à M. **Duclaux**, professeur suppléant de Chimie à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Les travaux entrepris par ce savant distingué : 1° sur la respiration des graines de ver à soie ; 2° sur l'effet physiologique du froid sur ces mêmes graines et sur les œufs des insectes nuisibles ; 3° sur les phénomènes capillaires, ont excité un sérieux intérêt. La Commission, entrant dans les vues bienfaisantes du testateur, a voulu lui fournir le moyen de les poursuivre, de les compléter et de faire profiter la science et l'agriculture du bénéfice de ses découvertes.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix a été décerné en 1869 à M. Le Roux, avec jouissance pendant trois années consécutives.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, prix qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du Monde* et le *Traité des Probabilités* à M. Bouffiron (Henri-Jean-Baptiste-Xavier), né le 1er août 1850, à Pons (Charente-Inférieure), sorti le premier, en 1870, de l'École Polytechnique et entré à l'École des Mines.

PROGRAMME

des Prix proposés par l'Académie des Sciences pour les années 1872, 1873, 1874 *et* 1875.

GRANDS PRIX.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Question proposée pour 1869, maintenue au Concours pour 1872; reproduction du précédent programme.

La question proposée est la suivante:

« *Perfectionner en quelque point essentiel la théorie du mouvement de trois* » *corps qui s'attirent mutuellement, suivant la loi de la nature, soit en ajoutant* » *quelque intégrale nouvelle à celles déjà connues, soit en réduisant d'une* » *manière quelconque les difficultés que présente la solution complète du pro-* » *blème.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.* Les Mémoires ont dû être parvenus au Secrétariat avant le 1er juin 1872.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

L'Académie a proposé pour 1872 la question suivante :

« *Étudier l'élasticité des corps cristallisés au double point de vue expérimental* » *et théorique.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires ont dû être parvenus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1872

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Nouvelle question proposée pour 1870 et remise à 1872.

(Commissaires : MM. Liouville, Jamin, Bertrand, Ed. Becquerel, Fizeau rapporteur.)

L'Académie propose pour sujet du grand prix des Sciences mathématiques à décerner en 1872 la question suivante :

« *Rechercher expérimentalement les modifications qu'éprouve la lumière dans* » *son mode de propagation et ses propriétés, par suite du mouvement de la* » *source lumineuse et du mouvement de l'observateur.* »

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires ont dû être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1872.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Question remise au concours après modification pour 1869 et prorogée à 1873.

La question proposée est la suivante :

« *Discuter complétement les anciennes observations d'éclipses qui nous ont* » *été transmises par l'histoire, en vue d'en déduire la valeur de l'accélération* » *séculaire du moyen mouvement de la Lune, sans se préoccuper d'aucune* » *valeur théorique de cette accélération séculaire; montrer clairement à quelles* » *conséquences ces éclipses peuvent conduire relativement à l'accélération dont* » *il s'agit, soit en lui assignant forcément une valeur précise, soit au contraire* » *en la laissant indéterminée entre certaines limites.* »

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être parvenus au Secrétariat avant le 1er juin 1873, *terme de rigueur*.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

L'Académie propose pour sujet du grand prix des Sciences mathématiques à décerner en 1874 la question suivante :

« *Donner une théorie mathématique du vol des oiseaux.* »

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1874.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

proposé en 1869 pour 1871, et prorogé à 1874.

L'Académie n'a reçu aucun Mémoire pour le Concours du grand prix des Sciences mathématiques, ayant pour objet l'*Étude des équations relatives à la détermination des modules singuliers, pour lesquels la formule de transformation dans la théorie des fonctions elliptiques conduit à la multiplication complexe.*

La Commission à laquelle le jugement de ce Concours avait été renvoyé pense qu'il y a lieu de maintenir la question au concours et d'en proroger le terme au 1er juin de l'année 1874.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1874.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

SUR L'APPLICATION DE LA VAPEUR A LA MARINE MILITAIRE.

Question remise à 1873.

Ce prix n'ayant pas été décerné en 1870, le Concours a été prorogé jusqu'à l'année 1873.

Les Mémoires, plans et devis devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1873.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

Question proposée pour 1870 et prorogée à 1873.

Il n'a été déposé au Secrétariat de l'Institut aucun Mémoire pour le Concours du grand prix des Sciences physiques, dont le sujet était l'*Histoire des phénomènes génésiques qui précèdent le développement de l'embryon chez les animaux dioïques dont la reproduction a lieu sans accouplement.*

Depuis quelques années, le mode de reproduction des pucerons et des

autres animaux dits *parthénogénésiques* a été l'objet de recherches nombreuses, mais les naturalistes ne sont pas d'accord sur plusieurs des points les plus importants de l'histoire de cette fonction. L'Académie désirerait que l'on en fit une étude plus approfondie, et que l'on déterminât s'il existe, ou non, chez les femelles qui se multiplient sans accouplement préalable, quelque phénomène analogue à la fécondation déterminée d'ordinaire par l'action des spermatozoïdes sur l'œuf.

La Commission est d'avis qu'il y a lieu de maintenir la question au Concours pour l'année 1873.

Les Mémoires, écrits en français ou en latin, seront reçus jusqu'au 1er juin.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES,

proposé pour 1871, et prorogé à 1873.

L'Académie n'a reçu aucun Mémoire pour le Concours du grand prix des Sciences physiques pour 1871, ayant pour objet l'*Étude de la fécondation dans la classe des champignons*.

La Commission à laquelle le jugement de ce Concours avait été renvoyé est d'avis qu'il y a lieu de maintenir la question au Concours pour l'année 1873, en fixant le terme de l'envoi des pièces du Concours au 1er juin.

Les auteurs rechercheront les organes à l'aide desquels s'opère la fécondation, soit dans le groupe des Basidiosporés, soit dans celui des Thécasporés, sur lesquels on ne possède encore que des notions fort incomplètes.

Les Mémoires, écrits en latin ou en français, devront être accompagnés de dessins explicatifs.

Le prix consistera en une médaille d'or de *trois mille francs*.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

La question proposée est la suivante :

« *Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la* » *France.* »

Dans cette étude il faudra tenir compte des profondeurs, de la nature des fonds, de la direction des courants et des autres circonstances qui paraissent devoir influer sur le mode de répartition des espèces marines. Il serait intéressant de comparer sous ce rapport la Faune des côtes de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée, en avançant le plus loin possible en pleine mer, mais l'Académie n'exclurait pas du Concours un travail approfondi qui n'aurait pour objet que l'une de ces trois régions.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1873.

MÉCANIQUE.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite au nom du Général Poncelet par Mme veuve Poncelet, pour la fondation d'un prix annuel destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *deux mille francs.*

PRIX MONTYON, MÉCANIQUE.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État, pour la fondation d'un prix annuel en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences,

s'en sera rendu le plus digne en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles au progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *quatre cent vingt-sept francs*.

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, feu M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour les dividendes être employés chaque année, s'il y a lieu, en un prix » à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre » invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur. »

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera chaque année, dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX FOURNEYRON.

Question prorogée de 1871 à 1873.

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un *prix de Mécanique appliquée* à décerner tous les deux ans, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie avait proposé, pour l'année 1871, un prix de la valeur de *mille francs* à celui qui aurait apporté le perfectionnement le plus important à la construction ou à la théorie d'une ou plusieurs machines hydrauliques, motrices ou autres.

Aucun travail n'ayant été déposé au Secrétariat de l'Institut, la Commission a proposé à l'Académie de proroger ce Concours à l'année 1873.

La valeur des perfectionnements et la justesse des vues théoriques devront être confirmées par des expériences.

Les Mémoires, écrits en français ou en latin, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut.

PRIX DU LEGS DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, feu M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, tous les trois ans, à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* sera décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie et d'exciter MM. les Ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret impérial en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera pour la troisième fois le prix fondé par feu M. Dalmont, dans sa séance publique de 1873.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

La médaille fondée par M. de Lalande, pour être accordée annuellement à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique.

Ce prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante-deux francs*.

PRIX DAMOISEAU.

Question proposée pour 1869, et remise au concours pour 1872.

Un Décret impérial a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la baronne de Damoiseau, d'une somme

de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un
» prix annuel qui recevra la dénomination de *prix Damoiseau*.

» Ce prix, quand l'Académie le jugera utile au progrès de la science,
» pourra être converti en prix triennal sur une question proposée. »

La question proposée pour l'année 1869 était la suivante :

» *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en dé-*
» *duire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit une*
» *détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des Tables*
» *particulières pour chaque satellite.* »

Aucune pièce sur cette question n'étant parvenue au Secrétariat, l'Académie décide, d'une part, que la question sera maintenue au Concours, et, d'autre part, que le prix qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1872, sera porté à la valeur de *cinq mille francs*.

En conséquence, l'Académie décernera, dans la séance publique de l'année 1872, ce prix de *cinq mille francs* au travail qui répondra le mieux au programme ci-dessus.

PHYSIQUE.

PRIX BORDIN.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*, et sera décerné au travail, analytique ou expérimental, qui aura le plus contribué à établir la *théorie des raies du spectre*.

Les Ouvrages (imprimés ou manuscrits) adressés pour le Concours ont dû être déposés, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1872. Les Ouvrages écrits en langue étrangère devaient être accompagnés d'une traduction en français ou en latin.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, feu M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a

légué à l'Académie des Sciences trois sommes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel- » lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs* » *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant » de vouloir bien distribuer de deux ans en deux ans, à dater de mon » décès, un prix de *dix mille francs* (10 000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage » qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers » pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la » somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Aca-* » *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je » maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-* » *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle, » libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux » autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour » le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de » *Physiologie*, distribués tous les deux ans, à perpétuité, à dater de mon » décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront » concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données » en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi, » par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut- » être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles, » qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en » même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom- » penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour » ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde » entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils » seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de » France. »

Un Décret en date du 27 septembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; elle propose, en conséquence, de décerner pour la première fois, dans sa séance publique de l'année 1873, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*.

Les travaux devront être déposés, manuscrits ou imprimés, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1873.

PRIX BORDIN,

à décerner en 1874.

« L'Académie propose, pour sujet du prix Bordin à décerner en 1874, la question suivante :

« *Recherher, par de nouvelles expériences calorimétriques et par la dis-*
» *cussion des observations antérieures, quelle est la véritable température à la*
» *surface du Soleil.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1874.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON, STATISTIQUE.

Parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique. On considère comme admis à ce Concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à la connaissance de l'Académie; sont seuls exceptés les Ouvrages des Membres résidents.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *quatre cent cinquante-trois francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, feu M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera chaque année,

dans sa séance publique, un ou plusieurs prix aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter le progrès de cette branche de Chimie.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, feu M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois sommes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer de deux ans en deux ans, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .
» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués tous les deux ans, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour ce
» corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde entier.
» Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils seront dis-
» tribués par des Français, et par le premier corps savant de France. »

Un Décret en date du 27 septembre 1869 a autorisé l'Académie à accep-

ter cette fondation; elle propose, en conséquence, de décerner pour la première fois, dans sa séance publique de l'année 1873, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*.

Les travaux devront être déposés, manuscrits ou imprimés, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1873.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

Feu M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un prix annuel « pour celui qui fera une découverte pré» cieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans » la Botanique ayant rapport à l'art de guérir. »

Les Mémoires ont dû être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1872.

PRIX ALHUMBERT,

MODE DE NUTRITION DES CHAMPIGNONS.

La grande classe des Champignons se distingue de tous les autres groupes du règne végétal par l'absence constante dans tous ses tissus de la matière verte des feuilles ou chlorophylle. Cette absence de la chlorophylle indique des relations très-différentes entre ces plantes et l'atmosphère ambiante, et, par suite, un mode de nutrition aussi très-différent de celui des autres végétaux.

Quelles sont les sources où les Champignons puisent le carbone et l'azote qui entrent dans leur constitution? quels sont les autres éléments qui, joints à l'oxygène et à l'hydrogène, sont nécessaires à leur développement?

Les expériences faites sur quelques Mucédinées peuvent déjà répandre un certain jour sur ce sujet, mais ne suffisent pas pour expliquer le mode de nutrition et d'accroissement des grands Champignons qui prennent naissance dans le sol ou sur le tronc des arbres, dans des conditions très-différentes des moisissures, et dont la masse des tissus s'accroît souvent avec une grande rapidité.

Des Champignons déjà soumis à la culture, l'Agaric de couches (*Agaricus campestris*, L.), le Polypore de la pierre à Champignon, ou *Pietra fongaia* des Italiens (*Polyporus tuberaster*, Fries), et quelques autres qui se prêteraient peut-être à une culture expérimentale, conduiraient sans doute à des résultats intéressants.

En proposant pour sujet de prix *l'étude du mode de nutrition des Champignons*, l'Académie demande que, par des expériences précises, on détermine les relations du mycélium des Champignons avec le milieu dans lequel il se développe, ainsi que les rapports de ce mycélium et du Champignon complétement développé avec l'air ambiant, et qu'on constate ainsi l'origine des divers éléments qui entrent dans la composition des Champignons soumis à ces expériences.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *deux mille cinq cents francs*.

Les Ouvrages et Mémoires, manuscrits ou imprimés, en français ou en latin, ont dû être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1872.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament olographe, en date du 14 avril 1855, M. Baptiste-Henri-Joseph Desmazières, demeurant à Lambersart, près Lille, a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes *trois pour cent*, et à servir à fonder un prix annuel pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur ou du plus utile » écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de » la Cryptogamie. »

Conformément aux stipulations ci-dessus, un prix de *seize cents francs* sera décerné, dans la séance publique de l'année 1872, à l'Ouvrage ou au Mémoire jugé le meilleur parmi ceux publiés dans l'intervalle de temps écoulé depuis le précédent Concours, et qui auront été adressés à l'Académie avant le 1er juin 1872.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente de *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un prix annuel à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Eu-

rope (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte; il sera décerné au meilleur travail, manuscrit ou imprimé, parmi ceux qui auront été adressés à l'Académie sur un sujet relatif aux mœurs ou à l'anatomie d'un Insecte.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ.

Feu M. de la Fons-Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs, trois pour cent*, qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné tous les trois ans au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.* »

L'Académie décernera ce prix, qui consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs*, dans sa séance publique de 1874, au meilleur Ouvrage manuscrit ou imprimé remplissant les conditions stipulées par le testateur

Le terme du Concours est fixé au 1er juin 1874.

PRIX BORDIN.

Question proposée en 1871 pour 1873.

L'Académie propose pour le sujet du prix Bordin :

« *L'étude de l'écorce des plantes dicotylédones, soit au point de vue de l'anatomie comparée de cette partie de la tige, soit au point de vue de ses fonctions.* »

Malgré de nombreuses observations dans la structure de l'écorce, il reste encore bien des points obscurs relativement à l'organisation comparée de cette partie de la tige dans les différents groupes naturels du règne végétal, à la structure et au mode de formation et d'accroissement des divers tissus qui la constituent, ainsi qu'au rôle physiologique de chacun de ces tissus.

L'Académie ne demande pas aux concurrents pour ce prix d'embrasser l'ensemble si étendu de ce sujet, mais d'approfondir, par des recherches qui leur soient propres, quelques-unes des questions diverses qu'il com-

prend, et d'étendre ainsi nos connaissances sur l'anatomie comparée ou sur les fonctions de l'écorce.

Les Mémoires, en français ou en latin, devront être adressés à l'Académie avant le 1er juin 1873.

AGRICULTURE.

PRIX MOROGUES.

Reproduction du Programme des années précédentes.

Feu M. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs*, placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans*, alternativement : par l'Académie des Sciences Physiques et Mathématiques, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'agriculture en France*, et par l'Académie des Sciences Morales et Politiques, au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier*.

Une Ordonnance en date du 26 mars 1842 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter ce legs.

L'Académie rappelle qu'elle décernera ce prix, en 1873, à l'Ouvrage remplissant les conditions prescrites par le donateur.

Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français*, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1873.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour 1871 et prorogée à 1873.

L'Académie avait mis au concours pour 1871 la question suivante :

« *Faire connaître les ressemblances et les différences qui existent entre les pro-*
» *ductions organiques de toute espèce des pointes australes des trois continents de*

» *l'Afrique, de l'Amérique méridionale et de l'Australie, ainsi que des terres* » *intermédiaires, et les causes qu'on peut assigner à ces différences.* »

On comprendra dans le travail les êtres marins qui peuplent les côtes des trois continents et les fossiles qui y ont été découverts.

On se bornera à l'étude des parties des trois continents qui sont situées au sud du 25e parallèle de latitude australe, et, sans faire une étude nouvelle des climats déjà connus des trois régions, on s'attachera essentiellement à constater l'influence des constitutions météorologiques que leur assignent les observations recueillies par les différents voyageurs qui s'en sont occupés; on devra surtout tenir compte des effets qu'on sait déjà être produits par les courants marins. (*Voir* la Note de M. Becquerel.)

On indiquera les conséquences que peuvent avoir, pour les théories paléontologiques, les résultats auxquels on sera arrivé.

L'Académie désirerait que la question fût traitée d'une manière complète, mais elle pourrait se contenter d'une solution partielle qui se bornerait soit aux végétaux, soit aux animaux, soit même à une partie du règne animal, par exemple aux vertébrés ou aux invertébrés. L'Académie n'hésite même pas à déclarer qu'elle préférerait une solution partielle, mais approfondie, à une autre qui serait plus générale et en même temps plus superficielle.

NOTE DE M. BECQUEREL.

Remarques sur la situation géographique et l'état climatérique des pointes les plus saillantes des continents dans l'hémisphère austral.

Cap Horn : Lat., 55°28′50″; temp. moy., 5 degrés.
Cap de Bonne-Espérance : Lat., 33°55′; temp. moy., 19°,40.
Cap le plus méridional de l'Australie : Lat., 39 degrés; temp. moy., 10 degrés.
Côte ouest de l'Amérique : Lat., 20 degrés; temp. moy., 19°,40.

Influence des courants marins sur les climats.

Le pôle austral est le point de départ de trois courants d'eau froide.

Le courant central vient frapper la côte occidentale de l'Amérique du Sud, vers le 40e degré de latitude; là il se partage en deux branches. La branche qui se dirige vers le sud côtoie la Patagonie, tourne le cap Horn; venant des basses latitudes, elle réchauffe toutes ces côtes. Celle qui remonte vers le nord côtoie le Chili et le Pérou et adoucit le climat de ces contrées, voisines de l'équateur, dont la température est plus élevée que la sienne, et qui, comme on sait, est très-différent de celui du Brésil, à latitude égale.

Il résulte de l'influence exercée par ces deux courants sur la température de l'air, dans les lieux qui ne sont pas sous la même latitude, que la végétation présente les mêmes carac-

tères au Chili qu'à la Terre-de-Feu, et que les colibris se trouvent depuis le Chili jusqu'au cap Horn.

Le second courant austral d'eau froide, situé à l'ouest du précédent, vient frapper la côte occidentale de la Nouvelle-Hollande et se partage en deux branches : l'une se dirige vers le sud, où elle côtoie le cap le plus méridional qu'elle réchauffe, venant d'une basse latitude; l'autre branche remonte vers le nord, en côtoyant la Nouvelle-Hollande, dont elle refroidit la côte, venant de hautes latitudes; vers les îles de la Sonde, elle va rejoindre le grand océan Équinoxial, se dirige vers le sud, entre l'Afrique et Madagascar, contourne le cap de Bonne-Espérance, où elle est considérée comme courant d'eau chaude; aussi sa température moyenne est-elle de 19°,1, sous une latitude de 33°,5, tandis que l'on rencontre cette même température, sous la latitude de 20 degrés, sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, dont la température est rafraîchie par le courant d'eau froide provenant de la branche centrale du courant polaire, qui vient heurter les côtes du Chili

La température moyenne étant la même au cap de Bonne-Espérance que sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, à des latitudes bien différentes (33°,55 et 20 degrés), cette différence dépend de ce que le cap de Bonne-Espérance est côtoyé par un courant d'eau chaude, tandis que la côte ouest de l'Amérique l'est par un courant d'eau froide.

Les courants marins doivent donc être mis au nombre des causes qui influent sur la faune et la flore des parties les plus méridionales des continents.

M. de Humboldt dit, dans son *Asie centrale*, t. III, p. 178 : « Dans l'hémisphère austral, les extrémités pyramidales des continents qui se prolongent inégalement vers le pôle sud offrent le climat des îles. Des étés d'une température très-basse sont suivis, au moins jusqu'au 48e et au 50e degré de latitude, d'hivers peu rigoureux; d'où il résulte que les formes végétales de la zone torride, les fougères en arbre et les belles orchidées parasites, peuvent avancer au sud jusque vers le 38e et le 46e degré de latitude australe, tandis que, dans l'hémisphère boréal, les fougères en arbre et les orchidées ne dépassent pas le tropique du Cancer, etc., etc. »

Aucune pièce n'étant parvenue au Secrétariat de l'Institut, la Commission, vu l'importance de la question proposée, demande à l'Académie de la mettre de nouveau au Concours pour l'année 1873.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1873.

Les noms des auteurs seront renfermés dans des billets cachetés qui ne seront ouverts que si la pièce est couronnée.

PRIX BORDIN.

L'Académie propose pour le sujet du prix Bordin :

« *L'étude de l'écorce des plantes dicotylédones, soit au point de vue de l'ana-*

» *tomie comparée de cette partie de la tige, soit au point de vue de ses fonc-*
» *tions.* »

Malgré de nombreuses observations dans la structure de l'écorce, il reste encore bien des points obscurs relativement à l'organisation comparée de cette partie de la tige dans les différents groupes naturels du règne végétal, à la structure et au mode de formation et d'accroissement des divers tissus qui la constituent, ainsi qu'au rôle physiologique de chacun de ces tissus.

L'Académie ne demande pas aux concurrents pour ce prix d'embrasser l'ensemble si étendu de ce sujet, mais d'approfondir, par des recherches qui leur soient propres, quelques-unes des questions diverses qu'il comprend, et d'étendre ainsi nos connaissances sur l'Anatomie comparée ou sur les fonctions de l'écorce.

Les Mémoires, en français ou en latin, devront être adressés à l'Académie avant le 1er juin 1873.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret impérial, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un prix en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs* au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

GRAND PRIX DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE.

Question proposée pour 1866, remise à 1869, et enfin à 1872.

L'Académie avait proposé, comme sujet d'un prix de Médecine et de Chirurgie, et a remis au concours pour 1872 la question suivante :

« *De l'application de l'électricité à la thérapeutique.* »

Les concurrents devaient :

1° Indiquer les appareils électriques employés, décrire leur mode d'application et leurs effets physiologiques;

2° Rassembler et discuter les faits publiés sur l'application de l'électricité au traitement des maladies, et en particulier au traitement des affections des systèmes nerveux, musculaire, vasculaire et lymphatique; vérifier et compléter par de nouvelles études les résultats de ces observations, et déterminer les cas dans lesquels il convient de recourir, soit à l'action des courants intermittents, soit à l'action des courants continus.

Le prix sera de la somme de *cinq mille francs*.

Les Ouvrages, écrits en français, ont dû être parvenus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1872.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, feu M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau (1). »

---

(1) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en » nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à

Prévoyant que ce prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'intérêt du capital fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra :

« *Trouver une médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense* » *majorité des cas;* »

Ou

« *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épi-* » *démie;* »

Ou enfin

« *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, par exemple,* » *celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le prix annuel, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le prix annuel pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX CHAUSSIER.

Feu M. Franck-Bernard-Simon Chaussier a légué à l'Académie des

---

» reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, » que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en donnant » de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trouvant un » procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont échappé » à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la maladie. »

Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique. »

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle propose de décerner ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1875, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1875.

PRIX MONTYON, MÉDECINE ET CHIRURGIE, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de feu M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances du 29 juillet 1821, du 2 juin 1825 et du 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

Les sommes qui seront mises à la disposition des auteurs des découvertes ou des Ouvrages couronnés ne peuvent être indiquées d'avance avec précision, parce que le nombre des prix n'est pas déterminé; mais la libéralité du fondateur a donné à l'Académie les moyens d'élever ces prix à une valeur considérable, en sorte que les auteurs soient dédommagés des expériences ou recherches dispendieuses qu'ils auraient entreprises, et reçoivent des récompenses proportionnées aux services qu'ils auraient rendus, soit en prévenant ou diminuant beaucoup l'insalubrité de certaines professions, soit en perfectionnant les sciences médicales.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur les questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés par les auteurs doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à

perfectionner la médecine ou la chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX SERRES.

Feu M. Serres, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs, trois pour cent*, pour l'institution d'un *prix triennal « sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.* »

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle propose de décerner pour la première fois un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1872, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires ont dû être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1872.

PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, feu M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs,* » *trois pour cent,* pour fonder un prix qui, chaque année, sera donné au » meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des » organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé.

» Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté » au prix de l'année suivante. »

En conséquence, l'Académie annonce que ce prix sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le donateur.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

Feu M. de Montyon ayant offert une somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu en fût affecté à un prix de Physiologie expérimentale à décerner chaque année, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 22 juillet 1818,

L'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille d'or de la valeur de *sept cent soixante-quatre francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la Physiologie expérimentale.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, feu M. Louis Lacaze, docteur-médecin, à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois sommes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant
« de vouloir bien distribuer de deux ans en deux ans, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués tous les deux ans, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,

» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles, » qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en » même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-» penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour ce » corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde entier. » Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils seront dis-» tribués par des Français, et par le premier corps savant de France. »

Un Décret en date du 27 septembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; elle propose, en conséquence, de décerner pour la première fois dans sa séance publique de l'année 1873, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*.

Les travaux devront être déposés, manuscrits ou imprimés, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1873.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de feu M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances du 29 juillet 1821, du 2 juin 1825 et du 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les sommes qui seront mises à la disposition des auteurs des découvertes ou des Ouvrages couronnés ne peuvent être indiquées d'avance avec précision, parce que le nombre des prix n'est pas déterminé; mais la libéralité du fondateur a donné à l'Académie les moyens d'élever ces prix à une valeur considérable, en sorte que les auteurs soient dédommagés des expériences ou recherches dispendieuses qu'ils auraient entreprises, et reçoivent des récompenses proportionnées aux services qu'ils auraient rendus, soit en prévenant ou diminuant beaucoup l'insalubrité de certaines professions, soit en perfectionnant les sciences médicales.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur les questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

PRIX TRÉMONT.

Feu M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme annuelle de *onze cents francs* pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France. »

Un Décret en date du 8 septembre 1856 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de 1872, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

Feu M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant pauvre qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur du progrès des sciences positives. »

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

Les pièces adressées au Concours ont dû être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1872.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *prix Cuvier*, et qui serait décerné tous les trois ans à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la géologie, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839,

L'Académie annonce qu'elle décernera, dans la séance publique de 1873, le prix Cuvier à l'Ouvrage qui sera jugé le plus remarquable entre tous ceux qui auront paru depuis le 1er janvier 1869 jusqu'au 31 décembre 1872, soit sur le règne animal, soit sur la géologie.

Ce prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, chaque année, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents, pour tous les prix, sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des Concours pour tous les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer à MM. les Concurrents, pour les prix relatifs à la Médecine et aux Arts insalubres :

1° Qu'ils ont expressément pour objet des *Découvertes* et *Inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou à rendre un art moins insalubre;

2° Que les pièces adressées pour le Concours n'auront droit aux prix qu'autant qu'elles contiendront une *Découverte parfaitement déterminée* et une application bien constatée;

3° Que l'auteur doit indiquer, par une analyse succincte, la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; et que, faute de cette indication, sa pièce ne sera point admise. Cette analyse doit être en double copie.

LECTURES.

M. Élie de Beaumont lit l'éloge historique du Baron **Plana**.

M. Dumas lit l'éloge historique d'**Isidore Geoffroy Saint-Hilaire**.

É. D. B. et D.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1872.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1870.

PHYSIOLOGIE.

PRIX GÉNÉRAUX.

ANNÉE 1871.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

BOTANIQUE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

TABLEAU DES PRIX PROPOSÉS

pour les années 1872, 1873, 1874 et 1875.

TABLEAU PAR ANNÉES

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1872, 1873, 1874 ET 1875.

1872

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner, en quelque point essentiel, la théorie du mouvement de trois corps qui s'attirent mutuellement suivant la loi de la nature, soit en ajoutant quelque intégrale nouvelle à celles déjà connues, soit en réduisant d'une manière quelconque les difficultés que présente la solution complète du problème.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Étudier l'élasticité des corps cristallisés au double point de vue expérimental et théorique.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Rechercher expérimentalement les modifications qu'éprouve la lumière dans son mode de propagation et ses propriétés, par suite du mouvement de la source lumineuse et du mouvement de l'observateur.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

Prix Montyon. — Mécanique.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur, ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur.

Prix Lalande. — Astronomie.

Prix Damoiseau. — Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des tables particulières pour chaque satellite.

Prix Bordin. — Théorie des raies du spectre.

Prix Montyon. — Statistique.

Prix Jecker. — Chimie organique.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique et dans la Botanique, ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Alhumbert. — Étude du mode de nutrition des Champignons.

Prix Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la cryptogamie.

Prix Thore. — Décerné à l'auteur du meilleur Mémoire sur les cryptogames cellulaires d'Europe ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'insectes d'Europe.

Prix Savigny, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

Grand prix de Médecine et de Chirurgie. — De l'application de l'électricité à la Thérapeutique.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Montyon. — Médecine et Chirurgie.

Prix Serres. — Sur l'embryologie générale appliquée à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, poursuivis en faveur du progrès des sciences positives.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1873

Grand prix des Sciences Mathématiques. — Discuter complétement les anciennes observations d'éclipses qui nous ont été transmises par l'histoire, en vue d'en déduire la valeur de l'accéléra-

tion séculaire du moyen mouvement de la Lune, sans se préoccuper de la valeur théorique de cette accélération séculaire, etc.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Sur l'application de la vapeur à la Marine militaire.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Histoire des phénomènes génésiques qui précèdent le développement de l'embryon chez les animaux dioïques dont la reproduction a lieu sans accouplement.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude de la fécondation dans la classe des Champignons.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

PRIX FOURNEYRON. — Décerné au perfectionnement le plus important relatif à la construction ou à la théorie d'une ou plusieurs machines hydrauliques, motrices ou autres.

PRIX DALMONT. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses sections.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Chimie.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'Ouvrage qui aura le plus contribué aux progrès de la Physiologie.

PRIX BORDIN. — Étude de l'écorce des plantes dicotylédones, soit au point de vue de l'anatomie comparée de cette partie de la tige, soit au point de vue de ses fonctions.

PRIX MOROGUES. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

PRIX BORDIN. — Faire connaître les ressemblances et les différences qui existent entre les productions organiques de toute espèce des pointes australes des trois continents, de l'Afrique, de l'Amérique méridionale et de l'Australie, ainsi que des terres intermédiaires, et les causes qu'on peut assigner à ces différences.

PRIX CUVIER. — Décerné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

1874

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Donner une théorie mathématique du vol des oiseaux.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Étude des équations relatives à la détermination des modules singuliers, pour lesquels la formule de transformation dans la théorie des fonctions elliptiques conduit à la multiplication complexe.

PRIX BORDIN. — Rechercher, par de nouvelles expériences calorimétriques et par la discussion des observations antérieures, quelle est la véritable température à la surface du Soleil.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

1875

PRIX CHAUSSIER. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 18 novembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Préfecture du département de la Seine. Tableaux statistiques de l'épidémie cholérique à Paris pendant les mois de septembre, octobre, novembre et décembre 1865. Paris, imp. P. Dupont, 1872; in-4°.

De la lithotritie périnéale ou nouvelle manière d'opérer les calculeux; par M. DOLBEAU. Paris, G. Masson, 1872; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Société Philomathique de Paris. Sur certaines méthodes destinées à apprécier l'angle d'écartement des branches du maxillaire inférieur chez les crocodiliens; par M. L. VAILLANT. Paris, Chaix et Cie, 1872; br. in-8°. (Extrait de la séance du 22 juin 1872.) (Présenté par M. Blanchard.)

Etude zoologique sur les Crocodiliens fossiles tertiaires de Saint-Gérand-le-Puy; par M. L. VAILLANT. Paris, sans date; br. in-8°. (Présenté par M. Blanchard.)

Recherches sur la synonymie des espèces placées par de Lamark dans les genres Vermet, Serpule, Vermilie, et appartenant à la famille des Tubispirata; *par* M. L. VAILLANT. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Présenté par M. Blanchard.)

Rapport de M. le Comte Th. DU MONCEL *sur les effets produits dans les piles à bichromate de potasse en général et avec les sels excitateurs de MM. Voisin et Dronier en particulier.* Paris, Gauthier-Villars, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. E. Becquerel.)

Nouvel abrégé des éléments de Physiologie; par T. MARTIN. Alger, A. Jourdan, 1872; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Cour d'appel de Riom. De la Statistique judiciaire. Discours prononcé à l'audience solennelle de rentrée de la Cour; par E. LIOUVILLE. Riom, imp. G. Leboyer, 1872; br. in-8°.

Recueil des actes du Comité médical des Bouches-du-Rhône, publié sous la surveillance du Président, M. le Dr J. Perrin; t. X, 1er fascicule, janvier à mai 1870; t. X et XI, 2e fascicule de 1870, mai à décembre; 1er fascicule de 1871, janvier à mai; t. XI, 2e fascicule, mai 1871 à mai 1872. Marseille, typ. Cayer et Cie, 1870 à 1872; 3 br. in-8°.

Extrait du journal l'Indépendant de Gien (*Loiret*), *du* 28 *septembre* 1872; Note de M. A. BOUTROUX. Gien, imp. F. Raud, 1872; opuscule in-8°.

Aux organisateurs théophobes de l'éducation populaire. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Studj sull' aurora elettrica del 4 febbraio 1872, Memoria del P. Giovanni EGIDI. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1872; br. in-8°.

Annales de l'Université de Kiew; n°s 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9; 7 n^os in-8° (imprimés en langue russe).

Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du bassin de la Seine. Résumé des observations centralisées, pendant les années 1869 *et* 1870, *par* M. G. LEMOINE, *sous la direction de* M. E. BELGRAND. Versailles, imp. E. Aubert, 1872; br. in-8°, avec 18 cartes grand aigle.

ERRATA.

Page 1295, ligne 9 en remontant, *au lieu de* sud-ouest, *lisez* sud-est.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Partage de la force vive due à un mouvement vibratoire composé, en celles qui seraient dues aux mouvements pendulaires simples et isochrones composants, de diverses périodes et amplitudes. Partage du travail dû au même mouvement composé, entre deux instants quelconques, en ceux qui seraient dus aux mouvements composants* (première Partie); *par* **M. DE SAINT-VENANT.**

« 1. Les deux théorèmes de partage de force vive et de partage de travail qui sont compris dans l'énoncé ci-dessus se trouvent démontrés, avec plusieurs autres, dans un Mémoire de M. Lucas, présenté le 29 avril 1872 (*), avec développements fournis le 3 octobre, sur lequel il doit être fait aujourd'hui même un Rapport (**).

» Ils se rattachent à une branche de la Mécanique, qui, entre les mains des physiciens, acquiert de plus en plus d'importance. Déjà, même, l'auteur d'un traité récent et justement estimé de la *Théorie de la chaleur* a jugé devoir établir, dans ses préliminaires, un théorème qui leur est analogue (***),

(*) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1176.

(**) *Voir* plus loin, p. 1463.

(***) *Théorie mécanique de la chaleur*, par M. Briot, 1869; n° 23.

vrai seulement d'une manière approximative et relatif aux valeurs *moyennes* des forces vives vibratoires, prises pour un temps comprenant un nombre assez grand de périodes vibratoires pour qu'on puisse négliger la fraction de période qui le complète.

» Je crois donc utile de donner ici, des deux théorèmes en question, pris dans toute leur rigueur ou pour les mouvements réels et de chaque instant, et non pour des mouvements moyens, des démonstrations spéciales, en d'autres termes que ceux de M. Lucas et en m'abstenant de l'emploi de dénominations non encore acceptées, dont il propose l'introduction.

» 2. Rappelons d'abord que le premier de ces deux théorèmes, celui du partage ou de la décomposition de la force vive vibratoire totale en celles qui seraient dues aux mouvements pendulaires composants, a été constaté et démontré, dans quatre Notes de 1865 et 1866, pour une série de cas de mouvements de tiges ou de systèmes de tiges élastiques, ayant la forme soit de prisme, soit de pyramide tronquée, unies ou non à des masses censées rigides, comme celles qui étaient supposées les avoir heurtées longitudinalement ou transversalement, en leur imprimant à la fois des vibrations complexes et un mouvement de translation ou de rotation (*).

» En général, il est évident que la force vive d'un système due à des vitesses résultant d'autres vitesses, ou dont les projections sur trois axes rectangulaires sont les sommes des projections d'un nombre quelconque de vitesses dites composantes, est bien égale à la somme de toutes les forces vives dues à celles-ci, mais pourvu qu'on y ajoute trois autres sommes, où les carrés des vitesses sont remplacés par les *doubles produits*, deux à deux, des projections, de mêmes directions, de leurs diverses composantes.

» Or dans les solutions citées, de 1865 et 1866, de problèmes de vibrations dépendant de l'intégration d'équations aux dérivées partielles du deuxième et du quatrième ordre, je trouvais que ces termes étrangers aux forces vives, contenant les masses des éléments affectées des doubles produits des vitesses composantes, disparaissaient constamment quand on en faisait la somme pour toute la masse du système vibrant. Cette annulation de leur somme s'opérait en vertu de la relation générale que l'on écrit ordi-

(*) Premier, deuxième, troisième et quatrième complément à un Mémoire du 4 août 1857, sur l'impulsion des barres élastiques, aux *Comptes rendus*, 9 janvier, 10 avril (surtout), 3 juillet (*Idem*) 1865 et 15 janvier 1866; t. LX, p. 42, 732; t. LXI, p. 33; t. LXII, p. 180; et aussi les *Mondes*, 4 mai 1865, t. VIII, p. 21.

nairement dans l'analyse des solutions de ces sortes de problèmes

(1) $$\int X'X''dM = 0,$$

parce qu'elle y exprime la nullité de l'intégrale, étendue à toute la masse M, des produits de ses éléments dM par deux valeurs différentes, X' et X'', de ces fonctions transcendantes X des coordonnées qui affectent les divers termes périodiques des séries trigonométriques fournissant les petites excursions des points en fonction du temps et des coordonnées d'équilibre; relation à l'aide de laquelle, comme on sait, l'on élimine, par une simple intégration, tous les termes de ces séries, hors un, quand il s'agit de déterminer leurs coefficients de manière à satisfaire aux conditions initiales (*).

» Mais une démonstration générale du théorème manquait. Celle de M. Lucas, qui va être résumée, me paraît applicable à tout système animé de petites vibrations sous l'empire de forces comme la nature habituellement en offre.

» 3. Quant au second des deux théorèmes, celui de l'égalité du travail produit par un mouvement composé, à la somme des travaux dus aux mouvements composants, il était connu sans doute, et il est même évident lorsque les forces en jeu *restent constantes* de grandeur et de direction pendant qu'elles opèrent les travaux; car l'espace parcouru, regardé comme *résultant* de plusieurs autres, a pour projection, sur la direction de chaque force, la somme algébrique des projections de ceux-ci. Mais il n'est ni évident, ni même vrai en général, quand les forces varient d'un instant à l'autre, comme font les forces *intérieures* ou s'exerçant réciproquement entre les points d'un système vibrant. Or M. Lucas a reconnu, ce qui est

(*) La relation en question, dans les problèmes résolus par Poisson (t. II du *Traité de Mécanique*, 1833, et Mémoire de 1828 au t. VIII de l'*Institut*), et dans divers Mémoires de MM. Liouville et Sturm (t. I et II du *Journal de Mathém.*), s'écrit plutôt $\int X'X''dx = 0$, parce qu'il n'y est question généralement que de tiges prismatiques vibrant isolément. Mais j'ai reconnu (surtout au 4e complément cité, 15 janvier 1866) que les termes qu'il faut changer au premier membre de cette égalité ou ceux qu'il faut y ajouter, soit quand le corps n'est pas prismatique, soit quand il y a des masses rigides qui y sont liées, etc., reviennent à ce qu'on a en mettant, au lieu de l'élément de longueur dx de la tige seule, l'élément dM de toute la masse du système, ce qui fait *rentrer dans la règle*, comme je disais alors, l'exception qui semble se présenter dans les cas de présence de ces masses regardées comme étrangères à la partie élastique du système.

Dans les problèmes aux différences partielles où la masse n'est pas en jeu, c'est par l'*élément de volume*, soit $2\pi x dx$ si le système est cylindrique, $4\pi x^2 dx$ s'il est sphérique, qu'il faut multiplier $X'X''$.

nouveau, que la même égalité des travaux réels à des sommes d'autres, ou la même décomposition d'un travail total effectif, avait constamment lieu pour les systèmes en vibration de faible amplitude, dans lesquelles les résultantes de forces agissant sur chaque molécule peuvent prendre toutes les grandeurs depuis zéro, c'est-à-dire depuis un état d'équilibre supposé stable, jusqu'aux états divers où elles ont des intensités finies quelconques.

» Il lui suffit, comme on va voir, pour obtenir ces deux théorèmes, d'appliquer celui des forces vives aux mouvements dont l'expression est comprise dans une intégrale générale non développée.

» 4. Lagrange (*) et ensuite Poisson (**) ont indiqué la composition de cette intégrale, qui résoudrait le problème des petites oscillations de points matériels, en nombre fini quelconque, sollicités par des forces tant intérieures qu'extérieures dépendant à la fois de leurs masses et de leurs distances tant entre eux qu'à des points fixes, ou, plus généralement, par des forces qui dépendent, et d'une manière continue, des coordonnées déterminant à chaque instant les situations de tous ces points.

» Si, de leurs situations d'équilibre où les coordonnées rectangles x, y, z de ces points m_1, m_2, m_3,... ont les valeurs a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2, a_3,..., ils passent à des situations très-voisines où l'on a $x = a_1 + u_1$, $y = b_1 + v_1$, $z = c_1 + w_1$, $x = a_2 + a_2$,..., les *déplacements* éprouvés u_1, v_1, w_1, u_2,... étant très-petits, en sorte que leurs carrés et produits, etc., puissent être négligés, les équations différentielles du mouvement du premier point, par exemple, s'établiront en égalant les intensités totales, telles que $m_1 \frac{d^2(a_1 + u_1)}{dt^2} = m_1 \frac{d^2 u_1}{dt^2}$, des forces qui le sollicitent dans la direction de chaque coordonnée au bout du temps t, aux seuls termes linéaires des développements de fonctions de $a_1 + u_1$, $b_1 + v_1$, $c_1 + w_1$, $a_2 + u_2$,..., ou en posant

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} & m_1 \frac{d^2 u_1}{dt^2} = A_1 u_1 + B_1 v_1 + C_1 w_1 + A_2 u_2 + B_2 v_2 + C_2 w_2 + A_3 u_3 + \ldots, \\ & m_1 \frac{d^2 v_1}{dt^2} = \ldots, \\ & m_1 \frac{d^2 w_1}{dt^2} = \ldots, \\ & m_2 \frac{d^2 w_2}{dt^2} = \ldots, \end{aligned} \right.$$

(*) *Méc. anal.*, 2e partie, section VI, nos 1 à 14.

(**) *Mécanique*; 1833. *Lois générales des petites oscillations*, nos 544 à 547.

les coefficients A_1, B_1, C_1, $A_2, \ldots$, fonctions des coordonnées primitives et des masses, étant les valeurs, pour $x_1 = a_1$, $y_1 = b_1$, $z_1 = c_1$, $x_2 = a_2, \ldots$, des dérivées premières des fonctions des $x_1, y_1, z_1, x_2, \ldots$ exprimant les intensités des forces.

» Ces équations linéaires du second ordre, qui sont au nombre de $3n$ s'il y a n points, sont résolues par les expressions

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{lll} u_1 = \lambda h_1 \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon), & v_1 = \lambda k_1 \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon), & w_1 = \lambda l_1 \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon), \\ u_1 = \lambda h_2 \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon), & v_2 = \ldots, & \end{array} \right.$$

le paramètre principal s, et les constantes λ, ε étant les mêmes pour tous les points, tandis que les h, k, l sont d'autres paramètres ayant des grandeurs différentes d'un point à l'autre. Si, en effet, on met les valeurs (3) pour les u, v, w dans les $3n$ équations différentielles (2), toutes peuvent être divisées par $\lambda \cos(t\sqrt{s} + \varepsilon)$, et il reste un pareil nombre $3n$ d'équations algébriques

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{l} -h_1 m_1 s = A_1 h_1 + B_1 k_1 + C_1 l_1 + A_2 h_2 + B_2 k_2 + C_2 l_2 + A_3 h_3 + \ldots, \\ -k_1 m_1 s = \ldots, \\ -l_1 m_1 s = \ldots, \\ -h_2 m_2 s = \ldots \end{array} \right.$$

du premier degré en h_1, k_1, l_1, $h_2, \ldots$. En éliminant entre elles ces $3n$ paramètres inconnus moins un, celui-ci disparaît, et il ne reste qu'une équation en s du degré $3n$. Si s', s'', $s''', \ldots$ sont ses $3n$ racines, et si on les met successivement pour s dans les premiers membres des équations (4), on a, chaque fois, pour les $3n$ inconnues h_1, k_1, l_1, en prenant arbitrairement la valeur de l'une d'elles, des équations du premier degré fournissant un système de valeurs h'_1, k'_1, l'_1, $h'_2, \ldots$, ou h''_1, $k''_1, \ldots$, qu'on pourra mettre à la place de h_1, $k_1, \ldots$ dans les solutions particulières (3). Les intégrales générales s'obtiendront en ajoutant ensemble, pour chaque u, v ou w, toutes les valeurs particulières que ces $3n$ systèmes de valeurs des paramètres h, k, l auront fournies; ce qui donnera, pour les petits déplacements cherchés u, v, w, qu'ont éprouvés les n points m_1, $m_2, \ldots$ au bout du temps t,

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{llll} u_1 = u'_1 + u''_1 + u'''_1 + \ldots, & \text{où} & u'_1 = \lambda' h'_1 \cos(t\sqrt{s'} + \varepsilon'), & u''_1 = \lambda'' h''_1 \cos(t\sqrt{s''} + s''), \ldots, \\ v_1 = v'_1 + v''_1 + v'''_1 + \ldots, & & v'_1 = \lambda' k'_1 \cos(t\sqrt{s'} + \varepsilon'), & v''_1 = \ldots, \\ w_1 = w'_1 + w''_1 + w'''_1 + \ldots, & & w'_1 = \lambda' l'_1 \cos(t\sqrt{s'} + \varepsilon'), & w''_1 = \ldots, \\ u_1 = u'_2 + u''_2 + u'''_2 + \ldots, & \text{où} & u'_2 = \lambda' h'_2 \cos(t\sqrt{s'} + \varepsilon'), & u''_2 = \lambda'' h''_2 \cos(t\sqrt{s''} + \varepsilon''), \ldots, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & & & \end{array} \right.$$

» Les $3n$ paramètres principaux s', ou s'', ou s''',..., communs à tous les points m_1, m_2,... du système, se trouvent, ainsi, déterminés par sa constitution, indépendamment de tout mouvement, c'est-à-dire par les masses et par les distances de ses points dans l'état d'équilibre; et il en est de même des $3n.3n = 9n^2$ paramètres h, k, l.

» Restent les $6n$ *constantes arbitraires d'intégration* $\lambda', \lambda'',\ldots, \varepsilon', \varepsilon'',\ldots$. On les déterminera, ou, ce qui revient au même, on déterminera les produits $\lambda'\cos\varepsilon'$, $\lambda'\sin\varepsilon'$, $\lambda''\cos\varepsilon''$, $\lambda''\sin\varepsilon''$,..., par les $6n$ équations du premier degré posées pour satisfaire à l'état pris pour initial, ou répondant à $t=0$ (et qui n'est pas nécessairement l'état où les forces se font équilibre sur chaque point). Il suffira, pour avoir ces équations, de faire $t=0$ dans celles (5) $u_1 = \ldots$, $v_1 = \ldots$, ainsi que dans celles qui résultent de leur différentiation par rapport à t, et de mettre, dans leurs premiers membres, les valeurs censées connues des déplacements ou *écarts* initiaux, et des vitesses initiales des points, dans le sens des coordonnées.

» Cela suppose qu'aucune des racines de l'équation en s n'est nulle.

» En se bornant aux combinaisons de masses et de forces pour lesquelles ces mêmes racines, toutes réelles, comme on sait, sont aussi toutes positives, on voit que l'équilibre dont on part est stable, ou que les excursions des points, autour des situations où il a lieu, peuvent rester très-petites; et que les mouvements effectifs résultent de la composition ensemble, ou de la superposition de $3n$ mouvements simples, rectilignes et isochrones ou *pendulaires*, dont chacun est représenté par un des termes u', u'',... ou v', v'',..., ou w', w'',..., et dont les périodes, communes à tous les points pour chaque mouvement simple, sont $\frac{2\pi}{\sqrt{s'}}$, $\frac{2\pi}{\sqrt{s''}}$,..., 2π représentant la circonférence qui, ajoutée à l'arc, ne change pas la valeur du cosinus.

» 5. Ces notions connues étant ainsi rappelées, il s'agit, conformément au titre de cet écrit, de prouver :

» 1° Qu'à chaque instant la puissance vive ou demi-force vive du système est justement égale à la somme de toutes celles qui seraient dues isolément aux mouvements simples qu'on vient de définir;

» 2° Qu'entre deux instants quelconques, proches ou éloignés, le travail des forces, bien qu'elles varient continuellement d'intensité et de direction, sera, pour les mouvements effectifs ou totaux, égal à la somme de tous les travaux qu'elles produiraient pour les mêmes mouvements simples pendulaires, supposés s'opérer séparément.

» Or on a d'abord, en appelant φ la demi-force vive au temps t, et S

étant l'indice d'une somme relative à tous les points m, indice qui dispense d'écrire ceux 1, 2, 3,... distinguant les points les uns des autres,

$$(6) \qquad \varphi = \mathrm{S}m\left[\frac{1}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right].$$

» Exprimons maintenant le travail des forces tant intérieures qu'extérieures. Elles sont supposées dépendre des distances mutuelles de points entre lesquels elles sont dirigées; ou, plus généralement, on suppose qu'elles ont un *potentiel*, ce qui revient à dire que si X, Y, Z désignent leurs composantes suivant les coordonnées x, y, z, la somme totale des valeurs du travail élémentaire $\mathrm{X}dx + \mathrm{Y}dy + \mathrm{Z}dz$ pour tous les points du système est, à chaque instant, la différentielle complète d'une fonction de toutes leurs coordonnées. Alors le travail des mêmes forces entre deux instants quelconques

$$t = t_1, \quad t = t_2$$

est la différence des deux valeurs que prend cette fonction pour les valeurs que possèdent les coordonnées des points aux deux instants. Ce travail est indépendant des voies cinématiques que les points ont suivies pour aller de la première position de chacun à la seconde, et du temps $t_2 - t_1$ qu'ils ont mis à les parcourir. On peut donc supposer que de la première, celle qu'ils avaient à l'instant $t = t_1$, ils soient d'abord allés à la position, prise pour *repère*, dans laquelle les coordonnées x, y, z ont leurs valeurs appelées a, b, c; position où u, v, w sont nuls, et où les résultantes des forces tant intérieures qu'extérieures ont des valeurs nulles aussi sur chaque point; puis que, de cette position d'équilibre des forces, ces points soient allés à la seconde position effective, celle de l'instant $t = t_2$. On peut supposer encore, d'après l'indifférence du mode et du temps du cheminement, que dans chacun de ces deux déplacements d'étendue extrêmement petite, qui n'ont fait varier que fort peu les grandeurs et les directions de leurs lignes de jonction, les composantes des forces aient varié d'une manière continue, et par conséquent sensiblement uniforme, avec les espaces projetés, depuis la position repère, où elles sont zéro, jusqu'à l'autre position extrême, où leurs intensités suivant les x, y, z sont pour chaque point m

$$m\frac{d^2u}{dt^2}, \quad m\frac{d^2v}{dt^2}, \quad m\frac{d^2w}{dt^2}.$$

» Le travail, dans chacun de ces deux changements hypothétiques de situation des points, est ainsi le même que si les forces avaient eu con-

stamment leurs valeurs moyennes, moitié de celles qu'on vient d'écrire. Comme les espaces parcourus sont ceux qui ont pour projections u, v, w sur les directions des forces composantes, le travail total qui s'opère dans le système entre les instants $t = t_1$ et $t = t_2$, quelque éloignés qu'ils soient, et en supposant même que les points, dans leurs excursions de très-petite amplitude, aient tourné plusieurs fois autour de la position repère, est donc l'excès de la valeur de

$$(7) \qquad \tau = Sm\left(u\cdot\frac{1}{2}\frac{d^2u}{dt^2} + v\cdot\frac{1}{2}\frac{d^2v}{dt^2} + w\cdot\frac{1}{2}\frac{d^2w}{dt^2}\right)$$

pour l'instant $t = t_2$, sur la valeur, pour l'instant $t = t_1$, de la même somme S, que nous nommons τ, mesurant *le travail qui aurait lieu depuis la situation repère ou d'équilibre des forces jusqu'à une autre situation quelconque dans les limites des excursions, supposées extrêmement petites, des points en vibration.* »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la chaleur animale.* Réponse à la Note de M. *Bouillaud,* insérée dans le *Compte rendu* de la séance du 18 novembre; par M. Claude Bernard.

« Si M. Bouillaud n'avait pas demandé la parole aujourd'hui, j'aurais considéré la discussion qu'il a soulevée comme close; mais, puisqu'il continue, il est nécessaire que je rappelle comment les choses se sont passées.

» Dans la dernière séance hebdomadaire du 18 novembre, M. Bouillaud a lu devant l'Académie une Note relative à la chaleur animale, dans laquelle, se prononçant pour la théorie de Lavoisier, d'après cette considération que le poumon doit être le foyer de la calorification, il admet que, dans le cœur, le sang artériel est plus chaud que le sang veineux, sans tenir compte de toutes les expériences contradictoires si nombreuses et si bien étudiées dans lesquelles le sang veineux a été, au contraire, trouvé plus chaud que le sang artériel.

» Comme notre éminent confrère m'avait fait l'honneur de me mettre directement en cause dans sa Note, où se trouvaient attaquées mes anciennes expériences présentées à l'Académie, ainsi que d'autres que j'ai publiées depuis, j'ai dû répondre verbalement, séance tenante, que le travail, occasion de cette Note, était sans valeur, puisqu'il ne reposait que sur l'assertion de l'auteur, sans preuves à l'appui, et que, d'autre part, les raisons alléguées par M. Bouillaud lui-même en faveur de son

opinion n'étaient pas expérimentales, mais fondées sur un simple sentiment de préférence pour une théorie plutôt que pour une autre. Je fis remarquer à mon honorable contradicteur qu'une discussion scientifique ne pouvait s'établir sur de pareilles bases, et je le priai de vouloir bien préciser par des faits ses objections dans les *Comptes rendus*, ajoutant que je me ferais un devoir d'y répondre aussitôt qu'il les aurait consignées. Je n'ai pas trouvé dans le dernier *Compte rendu* les objections précises que j'attendais. M. Bouillaud n'a rien changé ni rien ajouté aux considérations qu'il a lues à l'Académie, et il se plaît à répéter que, « malgré les *dissidents* de Lavoisier, il se sent encore ébloui et pour ainsi dire fasciné par la théorie si séduisante qui met le foyer de la combustion dans le poumon, et qu'il ne se sent pas capable d'y renoncer encore entièrement. »

» Sur ce terrain, je n'ai rien à dire à M. Bouillaud ; si aujourd'hui il vient apporter des faits et des objections expérimentales, j'y répondrai quand il les aura imprimées dans le *Compte rendu* de cette séance. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse de* **M. Bouillaud** *à M.* Cl. Bernard, *au sujet de la théorie de la chaleur animale.*

« Dans la séance où j'ai communiqué à l'Académie quelques réflexions sur la chaleur animale, notre illustre confrère M. Cl. Bernard m'a présenté un certain nombre d'objections auxquelles j'ai répondu, me réservant toutefois de compléter ma réponse dans une séance ultérieure. Tel est aujourd'hui l'objet que je me propose.

I.

» 1° D'une part, je me suis assuré, avec une certitude en quelque sorte mathématique, que Lavoisier, à toutes les époques où il a traité de la chaleur animale, en avait placé, de la manière la plus explicite, le foyer dans le poumon.

» 2° J'ai constaté, d'une autre part, que ce grand chimiste n'avait, dans aucun de ses nombreux travaux sur cette matière, signalé cette nouvelle théorie, en vertu de laquelle il ne s'opérerait, au sein du poumon, qu'un échange de gaz oxygène et de gaz hydrogène entre le sang et l'air inspiré, et non une combustion proprement dite, une oxydation des principes combustibles du sang rapporté au poumon par l'artère pulmonaire.

» 3° Enfin, j'ai vainement cherché dans les écrits de Lavoisier sur la

combustion respiratoire, un passage où il fût formellement déclaré que la combustion productrice de la chaleur animale s'opérait là où M. Claude Bernard, de concert, dit-il, avec tous les savants modernes, en a placé le foyer.

» Il ne faudrait pas conclure de ce qui précède que Lavoisier ait prétendu qu'il n'existât aucune cause de la chaleur animale, autre que celle dont il se glorifiait, à bon droit, d'avoir découvert la source et la théorie. La stricte vérité, c'est qu'il ne s'est pas occupé, c'est qu'il n'a point parlé de cette autre question. Voilà pourquoi, dans ma première Communication à l'Académie, je me suis abstenu de faire intervenir Lavoisier dans une doctrine que M. Cl. Bernard, après d'autres physiologistes, enseigne aujourd'hui et depuis plusieurs années en matière de production de la chaleur animale.

» Quant à notre savant confrère, qui m'a signalé comme étant, à l'époque actuelle, *le seul* qui ne *croie* pas à la théorie de la calorification ou de la *thermogénèse*, dont il est un des plus célèbres représentants, j'ai rendu à ses travaux, j'en prends à témoin l'Académie, une éclatante justice. Mais j'ai déclaré, il est vrai, qu'ils ne m'avaient pas paru suffisants pour me faire renoncer à cette théorie de Lavoisier, fondée sur une analogie si frappante, tellement flagrante, sinon de vérité rigoureusement démontrée, du moins de vraisemblance et de probabilité, que, dès le premier abord, notre esprit, par je ne sais quelle illumination soudaine, lui donne son acquiescement, sans toutefois oublier ce qu'il reste à faire pour transformer cette vraisemblance et cette probabilité en vérité et en certitude.

» Toutefois, loin de conclure, de tout ce que Lavoisier nous enseigne et de tout ce que l'on a fait depuis lui, que nous en avions fini sur la question de la production de la chaleur animale, à l'état sain et à l'état morbide, j'ai conclu, au contraire, qu'il faudrait bien du temps encore avant que, sous l'heureuse et fraternelle coopération des chimistes, des physiciens, des physiologistes expérimentateurs et des physiologistes cliniciens, tout fût dit sur cette immense question.

» Voici maintenant la justification de mes assertions historiques, en ce qui concerne ce que j'ai dit de la théorie de Lavoisier.

II.

» Le premier Mémoire dans lequel il ait annoncé sa nouvelle théorie de la respiration et de la production de la chaleur animale fut lu, le 3 mai 1777, à la séance publique de l'Académie des Sciences. Il avait pour titre :

Expériences sur la respiration des animaux et sur les changements qui arrivent à l'air en passant par leur poumon. Dans ce Mémoire, après avoir rappelé, avec éloge, les expériences récentes de Priestley, il ajoute qu'il ne peut adopter les conséquences qu'il en a déduites, toutes contraires à celles tirées par lui des expériences qu'il a pratiquées sur la même matière.

» Il conclut, en dernière analyse, de la manière suivante : « Ou la por-
» tion respirable de l'air se combine avec le sang, où elle se change en
» acide crayeux aériforme *en passant par le poumon*, ou ces deux effets ont
» lieu *pendant l'acte de la respiration* (1). »

» En la même année 1777, dans un Mémoire *Sur la combustion en général*, Lavoisier revient sur l'analogie qui existe entre la respiration des animaux, la combustion et la calcination. L'air pur (oxygène), passant par les poumons, éprouve, dit-il, une décomposition analogue à celle qui a lieu dans la combustion du charbon. Or, dans celle-ci, il y a dégagement de la matière du feu; donc il doit y avoir également *dégagement de la matière du feu dans le poumon, dans l'intervalle de l'inspiration et de l'expiration*, et c'est cette matière du feu sans doute qui, se distribuant avec le sang dans toute l'économie animale, y entretient une chaleur constante de $32\frac{1}{2}$ degrés environ, au thermomètre Réaumur.

» Lavoisier prévoit bien que cette *idée* paraîtra peut-être hasardée au premier coup d'œil. Avec cette modestie, qui accompagne si souvent le génie, il ajoute qu'en attaquant la doctrine de Stahl, il n'a pas pour objet d'y substituer une théorie rigoureusement démontrée, mais seulement une hypothèse qui lui semble plus probable, plus conforme aux lois de la nature, qui lui paraît renfermer des explications moins forcées et moins de contradictions. Au nombre de ces dernières, il n'oublie pas celle que Stahl commet, en *soutenant que des corps qui augmentent de poids perdent une partie de leur substance.*

» C'est par des raisons du même genre que Lavoisier avait combattu déjà cette théorie de Priestley, savoir que la respiration des animaux avait la propriété de *phlogistiquer* l'air, comme la calcination des métaux et plusieurs autres procédés chimiques, et qu'il ne cessait d'être respirable qu'au moment où il était surchargé, et en quelque façon saturé de *phlogistique*.

---

(1) C'est dans ce Mémoire que Lavoisier attribue la couleur rouge du sang à la propriété qu'a l'oxygène de se combiner avec le sang, phénomène de coloration qu'il rapproche de celui du même genre, qui s'opère dans les corps, les métaux surtout, avec lesquels l'oxygène s'est combiné.

» Dans un troisième Mémoire, par Lavoisier et Laplace, datant de 1780, et portant le titre de *Mémoire sur la chaleur*, se trouve un article consacré à la *combustion* et à la *respiration*. On y lit le passage suivant :

« Une seule espèce d'air, connue sous les noms d'*air déphlogistiqué*, d'*air pur* ou d'*air vital*, est propre à la combustion, à la respiration et à la calcination des métaux. M. Lavoisier soupçonna que la chaleur et la lumière qui se dégagent de ces opérations étaient dues, au moins en grande partie, aux changements que l'*air pur* (l'oxygène) éprouve. Tout ce qui tient à la combustion et à la respiration s'explique d'une manière si naturelle et si simple, dans cette hypothèse, qu'il ne balança point à la proposer, sinon comme une vérité démontrée, du moins comme une conjecture très-vraisemblable... »

» Après avoir rapporté les expériences d'après lesquelles ils ont constaté que le changement de l'air pur (oxygène) en air fixe (acide carbonique), est l'altération la plus considérable qu'il reçoit de la respiration des animaux, Lavoisier et Laplace font remarquer qu'elles sont contraires à celles de Scheele et de Priestley, d'après lesquelles cette respiration ne produirait que très-peu d'air fixe, et une grande quantité d'air vicié, désigné par ce dernier sous le nom d'air *phlogistiqué*.

» Enfin ils concluent en ces termes :

« La respiration est une combustion, à la vérité fort lente, mais d'ailleurs parfaitement semblable à celle du charbon. *Elle se fait dans l'intérieur des poumons*, sans dégager de lumière sensible, parce que la matière du feu, devenue libre, est aussitôt absorbée par l'humidité de ces organes : *la chaleur développée dans cette combustion se communique au sang qui traverse les poumons*, et de là se répand dans tout le système animal. Ainsi l'air que nous respirons sert à deux objets également nécessaires à notre conservation : il enlève au sang la base de l'air fixe, dont la surabondance serait très-nuisible, et la chaleur que cette *combinaison* dépose dans les poumons répare la perte continuelle de chaleur que nous éprouvons de la part de l'atmosphère et des corps environnants. »

» En 1781, dans un travail ayant pour titre : *Réflexions sur la calcination et la combustion*, Lavoisier, toujours à la brèche pour le triomphe de sa nouvelle et ingénieuse théorie, livrait un combat à fond à celle de Scheele, fille naturelle de la théorie de Stahl. La doctrine de Scheele reposait, d'ailleurs, sur des expériences dont la plupart, à partir de 1773, avaient été déjà faites par Lavoisier, mais dont le savant expérimentateur allemand n'avait pas fait la moindre mention. Après en avoir fait simplement la remarque, et, comme il le dit noblement, sans prétendre rien retrancher du mérite des expériences de Scheele, il avoue qu'il ne saurait accepter le système très-compliqué et très-extraordinaire auquel celui-ci avait été obligé de recourir pour expliquer des phénomènes que Lavoisier avait déjà

lui-même expliqués, d'une manière à la fois si simple et si satisfaisante (1).

» Scheele applique sa théorie à la respiration des animaux et des plantes. Il admet que l'air se *déphlogistique* dans les poumons, contrairement à Priestley et à beaucoup d'autres, selon lesquels l'air se *phlogistique* dans l'acte de la respiration, autre système réfuté par le grand chimiste français.

» Dans cette circonstance encore, Scheele est forcément conduit à s'appuyer, comme le répète expressément Lavoisier, sur ce fait faux, cette hypothèse inadmissible, que le corps *brûlé* a perdu de son poids, tandis que c'est le contraire qui a lieu. En effet, dans le cas actuel, le savant allemand suppose que l'air *vital*, l'air *déphlogistiqué* de Priestley, n'est que l'air fixe *dulcifié* par le phlogistique, lequel, *inspiré* dans le poumon, s'y décompose, y dépose le phlogistique, et en ressort dans l'état d'air fixe. Lavoisier nous apprend, au contraire, qu'une partie de l'air vital (oxygène) s'est combinée avec le carbone du sang, et de là, dans l'air expiré, une quantité d'acide carbonique en rapport avec celle de l'oxygène consommé.

» En 1789, dans un Mémoire ayant pour titre : *Mémoire sur la respiration des animaux*, Lavoisier, aidé cette fois de Seguin, ne change rien au fond de sa théorie. C'est à ce travail que j'ai précisément emprunté les passages de ma première Communication, lesquels peuvent être considérés comme la dernière expression ou la formule même de cette théorie.

» Les auteurs de cet important travail ne s'étaient point dissimulé (c'est leur expression) une objection qu'on pouvait faire, qu'ils s'étaient faite à eux-mêmes, contre la théorie qu'ils venaient de présenter. Cette objection, c'est que nulle expérience ne prononce d'une manière décisive que le gaz acide carbonique, qui se dégage pendant l'expiration, se soit formé immédiatement dans le poumon, ou dans le cours de la circulation, par la combinaison de l'oxygène de l'air avec le carbone du sang. Il serait possible qu'*une partie* de cet acide carbonique se formât par la digestion, qu'il fût introduit dans la circulation avec le chyle, enfin que, parvenu dans le poumon, il fût dégagé du sang, *à mesure que l'oxygène se combine avec lui par une affinité supérieure.*

---

(1) Scheele avait supposé que, dans la combustion ou dans les autres opérations analogues, le *phlogistique* des corps combustibles se combinait à l'air; que le résultat de cette combinaison était la chaleur elle-même, laquelle s'échappait à travers les pores du verre des vaisseaux dans lesquels il avait opéré. (SCHEELE, *Traité chimique de l'air et du feu.*)

Mais ce système suppose une perte de matière dans les calcinations et les combustions, fait rigoureusement démontré *faux* par les belles et nombreuses expériences de Lavoisier.

» Mais, quoi qu'il en soit de leur hypothèse sur l'origine d'*une partie* de l'acide carbonique, dégagé pendant l'expiration, la théorie de la combustion intra-pulmonaire du sang n'en éprouve aucune atteinte, puisqu'il y est dit expressément que l'oxygène, par une affinité supérieure, se combine *dans le poumon* avec le sang. D'un autre côté, rien, dans ce même passage, ne signale un travail de combustion et de production de chaleur, soit dans le sang des grands vaisseaux, soit dans les capillaires généraux par lesquels ceux-ci se terminent.

» Il me reste à montrer que M. Cl. Bernard lui-même, dans ses Leçons sur la chaleur animale, a formellement déclaré que Lavoisier avait placé dans le poumon le foyer de la chaleur animale. Selon lui, si l'on devait localiser le foyer de cette chaleur, ce qu'il ne pense pas, ce serait dans le foie et non dans le poumon qu'il faudrait le placer.

III.

» Lavoisier, dit M. Cl. Bernard, a rapporté la cause de la chaleur animale à une oxydation, à une véritable combustion, et, comme c'était par le poumon qu'était absorbé l'oxygène et exhalé l'acide carbonique, il admit que c'était dans le poumon que se produisait la chaleur qui entretient la température de l'animal. Il avait donc localisé dans le poumon le champ d'action de cette cause.

» Les anciens avaient admis que le poumon rafraîchit le sang, dit encore M. Cl. Bernard; mais le génie de Lavoisier regarda au contraire le poumon, qui absorbe de l'oxygène et émet de l'acide carbonique, comme un organe dans lequel s'opérait une combustion par fixation directe de l'oxygène de l'air sur les éléments carbonés du sang. Cette combustion étant nécessairement accompagnée de dégagement de chaleur, il en résultait que le poumon devenait le foyer principal de la chaleur animale.

» Nous avons vu, c'est encore M. Cl. Bernard qui parle, que c'était dans l'abdomen, au niveau de l'embouchure des veines sushépatiques dans la veine cave, que le sang présentait la température la plus élevée. *Si la source de la chaleur devait être circonscrite en un foyer unique, ce n'est pas dans le poumon, mais dans le foie qu'on devrait être tenté de le localiser* (1).

» Quelque nombreuses, curieuses et intéressantes que soient les expériences de notre savant confrère, et quelque grande que soit son autorité

(1) Les paroles attribuées par nous à M. Cl. Bernard se trouvent aux pages 52, 103 et 134 du tome Ier de ses *Leçons sur les liquides de l'organisme*.

en pareille matière, je ne suis pas, je l'avoue, de ceux qui seraient tentés, dans le cas supposé par M. Cl. Bernard, de placer en quelque sorte le poumon dans l'abdomen.

» Non, je n'éprouverais pas cette tentation, bien que, au sujet de notre discussion, un honorable confrère m'ait écrit que, dès le XIIIe siècle déjà, l'hypothèse de M. Cl. Bernard avait été émise. Il est vrai qu'elle était proclamée sous la forme que comportait cette époque physiologique : *In dextra parte hominis jecur et magnus calor... et cor et pulmo calorem dejecere quemadmodum de fornace habent.*

» M. le Dr D..., qui m'adresse cette physiologie de *moyen âge*, conviendra volontiers qu'elle mérite peu d'être prise en sérieuse considération. »

ASTRONOMIE. — *Sur la pluie d'étoiles filantes du 27 novembre, observée à Rome.* Extrait d'une Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel (1).

« Nous avons eu une brillante apparition d'étoiles filantes dans la soirée du 27 novembre et pendant la nuit. Je ne fus averti du phénomène qu'à 7^h30^m, lorsqu'il était déjà en pleine activité depuis une heure au moins; nous l'observâmes avec toute l'attention possible.

» Depuis 7^h30^m jusqu'à 1 heure après minuit, nous enregistrâmes 13892 météores; mais un grand nombre ne put pas être enregistré. Tout le ciel était en feu : c'était *littéralement* une pluie. Les étoiles étaient petites, pour la plupart : environ 10 sur 100 étaient de deuxième grandeur; environ 2 sur 100, de première. Il y eut plusieurs bolides.

» Le *radiant* était, à 8 heures, dans l'espace compris entre les constellations des étoiles brillantes du Bélier, du Triangle et de la Mouche; il passa ensuite à la base du Triangle, et enfin à minuit il était passé à égale distance du Triangle et de la Tête de Méduse.

» Le maximum eut lieu environ à 8^h30^m, et le nombre atteignit alors 93 par minute. Après 11 heures, le nombre diminua notablement, et à minuit il y eut des intervalles de repos. Entre 12^h30^m et 1 heure après minuit, on en compta seulement 87. Le ciel s'étant couvert de brouillard, on interrompit les observations. Le matin, à 5 heures, il n'y en avait plus.

» La vitesse des étoiles filantes était généralement faible; les plus belles

(1) L'extrait ci-dessus n'est qu'un *Post-scriptum*, ajouté le 28 novembre, à une Lettre du P. Secchi à M. le Secrétaire perpétuel, en date du 22. L'insertion de la Lettre elle-même, qui doit être accompagnée d'une figure, est remise au *Compte rendu* prochain.

traçaient souvent des arcs curvilignes; elles avaient la tête blanche et la queue rouge. Les magnétomètres étaient assez tranquilles. Le ciel était éclairé au couchant et au nord.

» Il est remarquable que la Terre se trouvait, pendant le phénomène, dans le nœud de l'orbite de la comète de Biela.

» Je donne ci-dessous le tableau des observations aux différentes heures.

Tableau des étoiles filantes du 27 au 28 novembre 1872.

		Nombres.	1re grandeur.	Avec traînée.
De 7h 55m	à 8h 00m	236	»	»
8,00	8,05	236	11	»
8,05	8,10	300	23	1
8,10	8,15	320	11	»
8,15	8,20	324	13	»
8,20	8,25	472	9	3
8,25	8,30	320	3	1
8,30	8,35	492	4	1
8,35	9,00	1639 (*)	26	8
9,00	9,30	2392	32	4
9,30	10,00	2279	13	6
10,00	10,15	1194	9	2
10,15	10,30	1107	9	2
10,30	10,45	717	5	3
10,45	11,04	754	1	»
11,04	11,30	429	2	1
11,30	12,00	594	6	1
12,30	13,00	87	»	»
Total, en 4 heures et demie...		13892	188	33 »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Quelques observations pratiques, relatives aux lois déduites des températures d'ébullition des composés organiques homologues; par* MM. Is. Pierre *et* Ed. Puchot.

« Beaucoup de chimistes et de physiciens ont admis et admettent encore qu'il existe une différence constante entre les températures d'ébullition des composés homologues de la Chimie organique, dont la formule diffère de C^2H^2.

» Suivant les uns, cette différence constante est de 22 degrés; suivant

(*) De 8h 35m à 10h 15m on donne seulement les moyennes.

d'autres, elle est de 20 ou de 21 degrés. D'autres admettent, pour l'expression de cette différence, 19 degrés centigrades, etc.

» On s'est plus d'une fois servi de cette espèce de loi pour prévoir ou pour rectifier empiriquement la température d'ébullition de substances non encore isolées ou peu connues, ou trop peu abondantes pour qu'il fût possible de déterminer cette température avec une suffisante exactitude.

» L'un de nous avait déjà montré, dans une thèse de Chimie soutenue en 1845, que cette espèce de loi doit subir d'assez nombreuses exceptions, et qu'elle ne saurait, sans erreur, être considérée autrement que comme une approximation douteuse.

» Nous avons cru devoir profiter du grand nombre de données nouvelles ou rectifiées que nous ont fournies nos recherches, sur les alcools de fermentation et sur leurs dérivés, pour voir dans quelle mesure ces composés satisfont à la loi que nous venons d'énoncer.

» Le soin tout particulier avec lequel nous avons déterminé nos températures d'ébullition et les quantités relativement considérables de matières *pures* sur lesquelles nous avons opéré nous permettaient d'apporter dans la discussion de cette loi, soit pour la confirmer, soit pour en restreindre l'importance, un assez grand nombre d'arguments numériques d'une certaine valeur. Nous allons en citer les principaux :

Première série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Alcool méthylique	63°	
		15°,3
» éthylique	78,3	
		19,7
» propylique	98	
		10
» butylique	108	
		22
» amylique	130	

» La moyenne de ces quatre différences est de 16°,55, et *il existe entre la troisième et la quatrième un écart* de 120 *pour* 100.

Deuxième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Chlorure éthylique	11°	
		35°,5
» propylique	46,5	
		22,5
» butylique	69	
		32,8
» amylique	101,8	

» La différence moyenne s'élève, dans cette série, à 30°,3, presqu'au double de la précédente. Il existe entre la première différence et la seconde un écart d'environ 60 pour 100.

Troisième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Bromure méthylique	13°	
		27°,5
» éthylique	40,7	
		31,3
» propylique	72	
		18,5
» butylique	90,5	

» Moyenne des différences, 25°,8. Écart de plus de 40 pour 100 entre la deuxième différence et la troisième.

Quatrième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Iodure méthylique	48°,8	
		26°,2
» éthylique	70,0	
		34,5
» propylique	104,5	
		18
» butylique	122,5	

» Moyenne des différences 26°,2, avec un *écart de* 91 *pour* 100 entre la deuxième différence et la troisième.

Cinquième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Acétate méthylique	59°	
		14°
» éthylique	73	
		30
» propylique	103	
		13,5
» butylique	116,5	

» La moyenne des différences s'élève à 19°,2 seulement; mais il existe, entre la plus faible et la plus forte, un *écart de plus de* 120 *pour* 100.

Sixième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Propionate éthylique	100°	
		25
» propylique	125	
		10,7
» butylique	135,7	

» La différence moyenne est ici de 17°,85, avec un *écart d'environ* 134 *pour* 100 entre les deux différences.

Septième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Butyrate méthylique	93°	
		20°
» éthylique	113	
		22
» propylique	135	
		14,5
» butylique	149,5	
		20,8
» amylique	170,3	

» La moyenne des différences est ici représentée par 19°,2; mais il se présente, entre la deuxième différence et la troisième, un *écart de plus de* 52 *pour* 100.

Huitième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Valérianate éthylique	135°,5	
» propylique	157	21°,5
» butylique	173,4	16,4
» amylique	190	16,6

» Moyenne des différences 18°,2, avec un *écart de* 31 *pour* 100 entre la première et la deuxième.

Neuvième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Aldéhyde éthylique	22°	
» propylique	46	24°
» butylique	62	16
» amylique	92,5	30,5

» La différence moyenne est de 25°,5; dans cette moyenne entrent deux différences qui présentent entre elles un *écart de plus de* 90 *pour* 100.

Dixième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Acide propionique	141°,5	
» butyrique	155,5	14°
» valérianique	178	22,5

» Moyenne des différences 18°,25, avec un *écart de plus de* 60 *pour* 100.

» Ainsi, en limitant la discussion aux seules substances que nous avons préparées et étudiées *nous-mêmes* avec le plus grand soin, nous trouvons que *deux substances homologues, dont l'une contient, dans sa formule,* C^2H^2 *de plus ou de moins que l'autre, peuvent présenter, dans leurs températures d'ébullition, des différences variant depuis* 10 *degrés jusqu'à* 35°,5, c'est-à-dire présentant UN ÉCART DE 255 POUR 100. Si, au lieu de comparer les valeurs extrêmes de ces différences, nous comparons entre elles les différences moyennes des dix séries précédentes, nous trouvons :

Première série, moyenne des différences	16°,55
Deuxième série, » »	30,3
Troisième série, » »	25,8
Quatrième série, » »	26,2
Cinquième série, » »	19,2
Sixième série, » »	17,85
Septième série, » »	19,2
Huitième série, » »	18,2
Neuvième série, » »	23,5
Dixième série, » »	18,25

» Ces moyennes elles-mêmes présentent entre elles des écarts assez considérables qui peuvent s'élever jusqu'à 83 pour 100 (première et deuxième série).

» La moyenne générale de toutes ces moyennes serait de 21°,5, et rentrerait à la rigueur dans les limites généralement admises; mais il est bien difficile d'admettre que, dans une discussion sérieuse, il soit permis de considérer comme égaux des nombres qui diffèrent de 255 pour 100, et il est bien difficile de se défendre d'un peu d'incrédulité, à l'égard de la généralité d'une loi qui ne serait fondée que sur des résultats aussi disparates.

» Si, au lieu d'y chercher les éléments d'une loi générale, nous nous bornons à constater les faits les plus saillants qui résultent de nos observations, il en est un qui nous frappe par son apparente généralité : c'est que la différence qui existe entre les températures d'ébullition des composés homologues de la série propylique et de la série butylique est *constamment* moindre que celle qui existe entre deux autres composés homologues quelconques. Cette plus petite valeur qui, en moyenne, ne dépasse pas 15°,4, peut descendre jusqu'à 10 degrés; tandis que la moyenne de toutes les autres différences est égale à 24°,5, et que certaines différences peuvent s'élever jusqu'à 34 degrés, et même jusqu'à 35°,5.

» Si, au lieu de former nos séries d'après l'acide qui entre dans la composition des éthers, nous les formons d'après la base combinée avec les divers acides, à la condition que ceux-ci présenteront toujours une différence de C^2H^2 dans leur composition chimique, nous pouvons former un certain nombre de séries, telles que les suivantes :

	Température d'ébullition.	Différence.
Acétate éthylique	73°	
		27°
Propionate »	100	
		13
Butyrate »	113	
		22.5
Valérianate »	135,5	

» La moyenne des différences est ici de 20°,8, avec un *écart de* 108 *pour* 100 entre la plus grande et la plus petite :

	Température d'ébullition.	Différence.
Acétate propylique	103°	
		22°
Propionate »	125	
		10
Butyrate »	135	
		22
Valérianate »	157	

» La moyenne des différences est ici de 18 degrés, avec *un écart de* 120 *pour* 100 entre la plus grande et la plus petite.

» Enfin, nous retrouvons encore, entre les températures d'ébullition des composés homologues de propyle et de butyle, une différence bien moindre qu'entre les autres.

» En résumé, sans avoir l'intention d'infirmer, d'une manière absolue, la loi qui admet, dans les séries de composés organiques homologues, une différence constante entre les températures d'ébullition des termes dont la composition diffère de C^2H^2, nous croyons pouvoir déclarer que cette loi ne se vérifie pas dans les nombreux composés dont nous avons contrôlé avec soin les températures d'ébullition. En effet, au lieu de différences peu variables, nous avons observé, dans nos diverses séries, entre les températures d'ébullition de composés homologues différant de C^2H^2, dans leur composition chimique, des différences dont les écarts s'élèvent à 80, à 100 et même jusqu'à 255 pour 100.

» Les composés homologues de propyle et de butyle présentent *constamment* cette particularité que leurs températures d'ébullition sont beaucoup moindres que les différences qui existent entre les températures d'ébullition de deux autres composés homologues quelconques.

» L'écart moyen s'élève à 59 pour 100. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la théorie de l'écluse de l'Aubois.* Note de **M. A. de Caligny.**

« Dans ma Note sur la théorie de plusieurs systèmes d'écluses de navigation, publiée dans le *Compte rendu* du 21 octobre dernier, p. 916 et suivantes, j'ai annoncé que je reviendrais sur les avantages que j'attribue au système de mon invention appliqué à l'écluse de l'Aubois. Il est utile, pour se rendre bien compte de ce que j'ai à dire sur ce sujet, de relire le « Rapport » fait dans la séance du 18 janvier 1869, sur une Communication de » M. Vallès, faite le 21 décembre 1868, sous ce titre : Expériences faites à » l'écluse de l'Aubois pour déterminer l'effet utile de l'appareil à l'aide » duquel M. de Caligny diminue dans une proportion considérable la con- » sommation d'eau dans les canaux de navigation. (Commissaires : » MM. Combes, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.) » Le plus essentiel est d'ailleurs de rappeler qu'un seul et même tuyau de conduite débouchant par une de ses extrémités dans l'enclave des portes d'aval, et par l'autre dans un réservoir en communication avec le bief supérieur, porte à son

extrémité d'amont deux tubes verticaux mobiles, dont l'un met alternativement ce grand tuyau de conduite en communication avec le bief d'amont, et l'autre le met alternativement en communication avec le bief d'aval, c'est-à-dire avec une rigole de décharge qui communique avec ce dernier bief. Quand on lève le premier tube vertical, l'eau entre dans l'écluse; quand on le baisse, en levant ensuite l'autre tube vertical, la vitesse acquise dans le grand tuyau de conduite fait entrer de l'eau du bief d'aval. Si au contraire l'écluse est pleine, et qu'on lève le tube d'aval, le premier restant baissé, l'eau descend au bief d'aval, et quand on baisse le tube qui vient d'être levé, l'eau monte dans les deux tubes verticaux, en vertu de la vitesse acquise, et se jette par le sommet de ces deux tubes pour rentrer au bief d'amont. Il résulte de cette combinaison que, les sections transversales n'étant jamais bouchées, il n'y a aucun coup de bélier possible, ni pendant le remplissage, ni pendant la vidange de l'écluse.

» Dans une première application en grand, on avait pu craindre qu'il ne fût déjà assez difficile de rendre les joints étanches, lorsqu'on aurait seulement à faire poser alternativement l'extrémité inférieure de chaque tube vertical mobile sur un siége horizontal. Mais un ingénieur distingué des Ponts et Chaussées m'a proposé, pour l'application de ce système à d'autres écluses, de diminuer le poids et la longueur de chaque tube vertical faisant ainsi fonction de soupape, en ne rendant mobile que la partie inférieure glissant au moyen d'un cuir embouti contre la partie supérieure devenue fixe. Je crois donc pouvoir rappeler l'attention sur une combinaison beaucoup plus simple en théorie, que j'ai communiquée à la Société philomathique de Paris, le 14 décembre 1844.

» Dans l'état actuel des choses, à l'écluse de l'Aubois, il y a entre les deux tubes verticaux une colonne liquide d'une petite longueur, il est vrai, mais qui est une cause quelconque de déchet, comme il est facile de s'en rendre compte. Or, elle peut être supprimée si, en conservant le tube d'amont tel qu'il existe, on dispose au-dessous de lui une vanne cylindrique du genre de celle dont je viens de parler; le bief d'amont étant séparé de celui d'aval par une cloison qui peut être horizontale. Il est facile de voir que cette vanne cylindrique peut remplacer le tube d'aval, de manière à simplifier beaucoup la construction. Elle peut, en effet, se soulever en entrant dans l'intérieur du tube d'amont qui, par cette raison, pourra avoir un diamètre notablement plus grand que le sien, afin d'éviter d'ailleurs que les herbes gênent les mouvements en se glissant entre ces deux pièces.

» Il n'y aurait ainsi, à proprement parler, qu'un seul tube vertical divisé

en deux parties, en quelque sorte superposées. L'élargissement du tube d'amont serait d'ailleurs favorable au dégagement de l'eau qui se jetterait alternativement par son sommet pendant la vidange de l'écluse.

» La durée des oscillations en retour serait moindre qu'avec deux tubes verticaux. Pour fixer les idées, il suffit de dire que si le tube d'amont avait une section égale à la moitié de la somme des sections des deux tubes verticaux existants, la durée des oscillations en retour serait diminuée dans le rapport de l'unité à la racine carrée de deux, à très-peu de chose près; on ne tient pas compte dans le calcul de cette durée, des petites différences pouvant provenir des résistances passives.

» La théorie semblait indiquer que l'eau pendant la vidange de l'écluse donnerait lieu à moins de déchet en sortant par le sommet des deux tubes verticaux qu'en sortant par l'extrémité d'un seul. Mais les expériences faites à Chaillot n'ont pas montré de différence sensible dans le déchet pour ces deux cas. Cela vient sans doute de ce que, s'il n'y a qu'un seul tube vertical, le coude du tuyau de conduite fixe peut être convenablement arrondi, tandis que, s'il y a deux tubes verticaux, il y a deux coudes dont l'un est à angle droit vif, afin d'éviter la profondeur des fondations. Quant à l'avantage qui, comme je viens de le dire, semblait indiqué par la théorie pour le cas de la vidange, quand même il se présenterait pour un tuyau de conduite ayant d'autres dimensions, il n'existerait certainement pas pour le cas du remplissage de l'écluse, s'il y avait deux tubes verticaux au lieu d'un seul divisé en deux superposés, comme je l'ai expliqué ci-dessus. En effet, pendant le remplissage, l'eau ne passerait pas en même temps par les deux orifices de manière à diminuer sa vitesse au passage par chacun d'eux. Il paraît donc d'autant plus avantageux d'employer les tubes mobiles superposés dont il s'agit dans cette Note que, s'il y avait deux tubes séparés comme ceux qui existent à l'écluse de l'Aubois, il faudrait tenir compte de la perte d'eau quelconque provenant dans le second tube, non-seulement des mouvements de l'eau à l'époque de la première levée du tube d'amont, mais de ce que, les premières oscillations en retour pouvant ne pas les remplir jusqu'au niveau du bief d'amont, il en résulte une perte quelconque lorsqu'on lève le tube d'amont pendant le remplissage. Il est d'ailleurs bien entendu que, si l'on employait les deux tubes mobiles superposés, il n'y aurait au-dessous d'eux qu'un seul coude convenablement arrondi qui servirait évidemment pour l'un et l'autre de ces deux tubes, lesquels n'en formeraient à proprement parler qu'un seul, divisé en deux parties alternativement mobiles.

» Je dois avertir que, si l'on voulait remplir ou vider l'écluse au moyen d'une seule grande oscillation, le système appliqué à l'Aubois, quand même il serait modifié comme je viens de le dire, serait moins avantageux que ceux dont j'ai parlé dans ma Note précitée du 21 octobre dernier. Il est en effet facile de voir que le centre de gravité de l'eau motrice, soit pendant le remplissage, soit pendant la vidange, descendrait d'une plus grande hauteur que dans ces systèmes, et que, par conséquent, les vitesses de l'eau seraient notablement augmentées. Pour fixer les idées, il suffit de faire remarquer que le centre de gravité de cette eau, abstraction faite des résistances passives, descendrait d'une hauteur égale à une fois et demie celle dont il descendrait si l'oscillation se faisait au moyen d'un bassin latéral de même hauteur et de même section que l'écluse, en supposant même que ce bassin n'eût point de portes et, en un mot, ne fût pas une seconde écluse, comme on en dispose pour la navigation rapide. Mais on peut diminuer, comme je l'ai dit, presque indéfiniment le travail en résistances passives, en multipliant les périodes de l'appareil.

» Il est facile de voir que, toutes choses égales d'ailleurs, si l'on pouvait faire abstraction des mouvements de l'eau résultant de la présence des tubes verticaux mobiles, et du travail nécessaire pour faire fonctionner ces tubes, la moyenne des carrés des vitesses étant à peu près en raison inverse du nombre des périodes, le travail en résistances passives serait à peu près aussi en raison inverse de ce nombre, en supposant même que les résistances n'augmentassent pas plus que les carrés des vitesses. Or, d'après ce que j'ai dit dans ma Note précitée du 21 octobre dernier, plus les oscillations seront considérables, plus on aura à se défier des mouvements d'une espèce particulière résultant de la présence des bateaux chargés dans l'écluse. Quant aux mouvements occasionnés par la présence des tubes verticaux mobiles, comme ils seront très-diminués si l'on supprime un de ces tubes, ainsi que je l'ai expliqué ci-dessus, cela permettra d'augmenter le nombre des périodes, d'autant plus que la durée des oscillations en retour sera diminuée. Or, l'épargne du temps est la principale raison pour limiter le nombre des périodes, puisqu'on peut obtenir une marche automatique, et que cela est surtout facile après les premières périodes, soit pour le remplissage, soit pour la vidange. L'expérience a d'ailleurs montré, à l'écluse de l'Aubois, où il n'y a cependant qu'un seul tuyau de conduite, que les mouvements de l'eau dans l'écluse n'occasionnent aucun danger pour les bateaux, tandis qu'il n'en serait peut-être pas ainsi dans le cas où l'on voudrait remplir l'écluse au moyen d'une seule grande oscillation, surtout si

l'eau n'arrivait que par un seul tuyau de conduite à l'une des extrémités du sas.

» On peut augmenter encore l'épargne de l'eau au moyen de grandes oscillations initiales et finales : les unes se feraient dans la rigole de décharge transformée alternativement en bassin d'épargne par une porte de flot automatique, cette rigole pouvant d'ailleurs avoir une section beaucoup plus grande que celle de l'écluse; les autres oscillations dont il s'agit se feraient, au contraire, au moyen du bassin d'une section beaucoup moindre que celle de l'écluse, qui est alternativement en communication avec le bief d'amont par une porte de flot automatique. Mais ces portes de flot donnent lieu, d'ailleurs, à quelques petites difficultés d'exécution, et l'expérience a montré qu'on pouvait les supprimer sans diminuer l'épargne de l'eau d'une manière bien importante; il vaudra donc peut-être autant, en général, ne pas employer ces oscillations pour profiter de ce que, si l'on achève de remplir et de vider l'écluse au moyen du grand tuyau de conduite à partir du moment où l'on peut, sans inconvénient sérieux, arrêter l'appareil, la vitesse acquise de l'eau tendant à faire ouvrir d'elles-mêmes en temps utile les parties d'amont et d'aval du sas, cela pourra, en diminuant la durée de la manœuvre, permettre au besoin d'augmenter un peu le nombre des périodes.

» J'ai été invité, pour des applications qui paraissent devoir être assez nombreuses, à diminuer autant que possible la dépense des constructions. Je ferai donc remarquer qu'il n'est pas indispensable de donner au grand tuyau de conduite autant de développement qu'à l'écluse de l'Aubois. On peut, comme cela m'a été proposé, ne lui donner qu'une longueur peu différente de celle de l'écluse, et diminuer beaucoup la dépense, du moins s'il est fait en maçonnerie, non-seulement en l'appuyant contre le bajoyer, mais en le faisant en partie au moyen de ce bajoyer lui-même. Les résistances en frottement de l'eau étant d'ailleurs moindres que la somme des autres résistances, je veux dire de toutes les causes de déchet, il est intéressant de remarquer qu'on peut, si cela est utile pour l'économie du capital, diminuer graduellement le diamètre de la partie intermédiaire de ce grand tuyau de conduite d'une manière assez notable, sans trop augmenter le déchet (1). Cette disposition, en vertu des lois de l'oscillation des liquides,

(1) Il résulte d'une expérience, peu connue, de Venturi, que si l'on est obligé d'avoir un tube assez long, la partie du déchet provenant de la perte de vitesse à la sortie peut être

permettrait, d'ailleurs, d'augmenter la durée de chaque période pour une quantité d'eau donnée passant par le système; or, cette augmentation de durée offre des avantages à certains égards. On m'a proposé de diminuer la profondeur des fondations en donnant à ce tuyau de conduite des sections elliptiques, ce qui offrirait des avantages à certains égards. Des ingénieurs distingués conseillent d'ailleurs de faire ce tuyau de conduite en fonte.

» L'étendue de cette Note ne permettant pas d'entrer dans tous les détails, j'ajouterai seulement quelques mots sur la théorie des bassins d'épargne dont j'ai parlé dans ma Note précitée du 21 octobre. Celui de ces systèmes qui a le plus de chance de succès dans les rares circonstances où il pourrait être appliqué, consiste à vider et à remplir alternativement un sas au moyen de deux bassins d'épargne étagés, de très-grandes sections. Je dois avertir que les choses doivent être disposées de manière que toute l'eau, entrée dans chacun de ces bassins pendant la vidange de l'écluse, en sorte pendant le remplissage du sas, de façon que, dans chaque bassin, on retrouve, autant que possible, à la fin de l'opération du remplissage de l'écluse, la quantité d'eau qui s'y trouvait avant qu'on eût commencé à la vider. Or, la disposition de ces bassins, nécessaire pour remplir ces conditions, dépend des résistances passives éprouvées par les oscillations dans le grand tuyau de conduite. Dans l'état actuel de nos connaissances, il paraît difficile de déterminer rigoureusement la position que doivent avoir les niveaux de ces bassins d'épargne, la présence des bateaux chargés dans le sas donnant lieu à des résistances d'un genre tout particulier qu'on ne sait pas calculer et qui, d'ailleurs, ne sont pas les mêmes quand l'eau sort de l'écluse que lorsqu'elle y rentre.

» Si les grandes oscillations dans des capacités différentes de celles de l'écluse, mais qui lui sont plus comparables que dans l'hypothèse précédente, ne paraissent pas avoir autant d'importance que les autres, il était cependant utile de les signaler comme je l'ai fait, en indiquant d'une manière succincte les moyens d'en calculer les déchets (1). »

---

presque indéfiniment diminuée par un évasement d'un angle assez aigu. Or, à l'Aubois on s'est contenté de faire varier les sections de l'évasement à peu près comme pour l'ajutage de Venturi, qui a donné le plus de débit avec un tube conique très-court.

(1) Quoique la Géométrie fournisse des moyens de calculer ces déchets, si l'on admettait pour le mouvement oscillatoire les deux termes de la résistance en frottement de Prony, il n'est peut-être pas inutile, pour mieux préciser l'état de la question, d'indiquer succinctement quelques formules analytiques pour les oscillations de l'eau dans des siphons renversés

BOTANIQUE. — *Structure des végétaux hétérogènes* (suite des *Monopétalées hétérogènes*); *par* **M. Thém. Lestiboudois.**

« *Bignoniacées.* — Dans plusieurs plantes de cette famille, M. Bureau (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 936) a constaté la présence de productions extralibériennes et nous en a montré des échantillons. L'*Amphilophium* et le *Glaziovia* ont des zones ligneuses alternant avec des zones corticales. Le *Callichlamys* a des faisceaux ligneux dans l'écorce.

à branches verticales de sections différentes, chaque tuyau vertical ayant une section constante. Soit H la hauteur du niveau de l'eau dans une de ces branches verticales au-dessus de celui de l'eau dans l'autre branche à l'origine du mouvement; soit S la section d'une de ces branches et s la section de l'autre vers laquelle se dirige le mouvement; soit x la hauteur variable que le liquide en mouvement aura parcourue dans la seconde branche avant chaque instant considéré. Il est facile de voir que la différentielle du travail de la gravité est, abstraction faite des frottements et des causes quelconques de déchet,

$$s\,dx\left(\mathrm{H} - x - x\frac{s}{\mathrm{S}}\right) = s\,dx\left[\mathrm{H} - \left(1 + \frac{s}{\mathrm{S}}\right)x\right].$$

L'intégrale étant prise à partir de l'origine du mouvement, la constante est nulle, et l'on a

$$\int_0^x s\,dx\left[\mathrm{H} - \left(1 + \frac{s}{\mathrm{S}}\right)x\right] = s\left[\mathrm{H}x - \left(1 + \frac{s}{\mathrm{S}}\right)\frac{1}{2}x^2\right]:$$

telle est l'expression du travail de la gravité au moment où l'eau arrive à une hauteur x. Pour avoir la hauteur où la colonne liquide doit s'arrêter, je pose

$$\mathrm{H}x - \left(1 + \frac{s}{\mathrm{S}}\right)\frac{1}{2}x^2 = 0, \quad \text{d'où l'on tire} \quad x = \frac{2\mathrm{H}}{1 + \frac{s}{\mathrm{S}}}.$$

Pour $s = \mathrm{S}$, on a $x = \mathrm{H}$.

Il est facile de voir comment cette formule doit être modifiée quand le mouvement se dirige en sens contraire de celui qu'on vient de supposer. Il s'agit maintenant de donner une idée de la manière de calculer le déchet, en supposant d'abord une résistance proportionnelle aux simples vitesses, et une résistance proportionnelle aux carrés de ces mêmes vitesses. Je supposerai, pour simplifier (ce qui sera d'ailleurs le cas le plus ordinaire de la pratique), le tuyau de conduite horizontal très-long par rapport aux branches verticales, afin de pouvoir négliger le mouvement de l'eau dans ces branches, dont les sections peuvent être beaucoup plus grandes que celle supposée constante de ce tuyau. Il en résulte que le carré de la vitesse dans ce tuyau pourra être à chaque instant considéré comme proportionnel à la force vive, la masse étant constante. Cette vitesse sera donc proportionnelle à la racine carrée de $\mathrm{H}x - \left(1 + \frac{s}{\mathrm{S}}\right)\frac{1}{2}x^2$ si l'on considère le mouvement dans le sens de la branche la plus large à la branche la plus étroite. La différentielle du travail résistant en

» *Rubiacées.* — Le *Caïnça* des pharmacies (*Chiococca racemosa,* L.?) a un système ligneux qui s'accroît principalement par quatre points, de sorte qu'il est profondément divisé en quatre lobes, entre lesquels l'écorce envoie des prolongements aigus. La moelle est petite, les rayons médullaires très-fins, les couches souvent peu distinctes. Les vaisseaux sont peu volumineux, l'écorce est brune, épaisse, parsemée de masses de tissu blanc dur, formé d'utricules arrondis à parois très-épaisses; à la loupe, on n'y

---

frottement proportionnel aux simples vitesses, si l'on cherche le travail nécessaire pour conserver ces vitesses comme s'il n'y avait pas de frottement, sera donc, en nommant ∂ le diamètre du grand tuyau de conduite horizontal et K un coefficient constant, de la forme

$$K\pi\partial\sqrt{Hx - \left(1 + \frac{s}{S}\right)\frac{1}{2}x^2dx}.$$

On peut mettre cette formule sous la forme

$$K\pi\partial\sqrt{\frac{1}{2}\left(1+\frac{s}{S}\right)}\sqrt{\frac{2H}{1+\frac{s}{S}}x - x^2dx}.$$

La quantité qui est sous le second radical est l'ordonnée du cercle dont le rayon est $\dfrac{H}{1+\frac{s}{S}}$; ainsi l'intégrale $\displaystyle\int_0^x \sqrt{\frac{2H}{1+\frac{s}{S}}x - x^2dx}$ est exprimée par une portion de la surface du demi-cercle de ce rayon, de sorte que, à la limite pour $x = \dfrac{2H}{1+\frac{s}{S}}$, elle est exprimée par la surface de ce demi-cercle. Quand les deux sections des tubes verticaux sont égales, on trouve

$$\sqrt{\frac{1}{2}\left(1+\frac{s}{S}\right)} = 1 \quad \text{et} \quad \frac{H}{1+\frac{s}{S}} = \frac{1}{2}H.$$

Il est facile de voir comment, pour calculer le travail en frottement proportionnel aux carrés des vitesses, on est conduit à considérer, d'après cela, des ellipsoïdes de révolution. L'étendue de cette Note ne permettant pas d'entrer dans plus de détails, je rappellerai seulement que Daniel Bernoulli a donné dans son *Hydrodynamique* beaucoup de théorèmes sur les oscillations de l'eau dans les tubes recourbés et les tubes rectilignes, mais sans avoir égard au frottement. Ce qui précède suffit pour confirmer au besoin ce que j'ai dit sur ce sujet. Je rappellerai d'ailleurs que les coefficients des frottements de l'eau ne sont pas, d'après mes expériences, les mêmes dans le mouvement oscillatoire que dans le mouvement permanent; mais il y a d'autres causes de déchet qui paraissent devoir être proportionnelles aux carrés des vitesses dans la théorie des diverses écluses à colonnes liquides oscillantes.

distingue ni couches, ni fibres, ni prolongement médullaires, mais au microscope on constate que l'écorce a des fibres longues, aiguës, à parois épaisses ou minces et à cavité étroite ou large contenant une matière granuleuse ; elles sont entourées d'utricules obscurs, fortement adhérents.

» A la périphérie du parenchyme cortical, on observe des faisceaux ligneux arrondis ou un peu élargis transversalement, dont le bois est semblable à celui du bois central; mais ils n'ont pas de centre médullaire. Ces faisceaux forment des saillies sur la face extérieure de l'écorce; ils se divisent et s'unissent à des faisceaux venant de la partie supérieure, ou s'unissent au tissu ligneux des rameaux qui sortent en grand nombre de certains points des tiges et qui ont un centre médullaire.

» Ces faisceaux ont en dehors une écorce qui a des fibres minces, et qui semble se contourner et se prolonger sur leur côté interne; mais en ce point son tissu est difficile à reconnaître sur des échantillons secs; toutefois, la manière dont l'écorce se contourne, la forme des faisceaux et la facilité avec laquelle on peut les séparer de la tige permettent de penser qu'ils appartiennent à la catégorie de ceux dont l'accroissement est circulaire.

» Entre les faisceaux que nous venons de décrire et l'écorce intérieure il y a d'autres faisceaux plus petits; il y en a aussi dans le prolongement de l'écorce qui s'avancent entre les lobes du système ligneux.

» La racine possède un rudiment de moelle qui est excentrique; son bois est pâle, assez semblable à celui de la tige; son écorce est épaisse et contient quelques faisceaux ligneux qui sont très-petits, soit parce qu'ils ne sont pas encore développés, soit parce qu'ils se sont en partie réunis au bois central, soit enfin qu'ils se soient étendus dans les ramifications de la racine. On ne rencontre pas dans l'écorce de la racine les fibres à parois épaisses qu'on voit dans celle de la tige; on n'observe que des utricules, longs, minces, transparents, entourés d'utricules arrondis.

» *Ménispermées.* — Parmi les *Polypétalées*, un assez grand nombre de familles renferme des plantes hétérogènes. La famille des *Ménispermées* est une de celles qui ont les premières fixé l'attention des botanistes. Leur tige présente la structure des *Gnétacées* que nous avons décrite; mais le parenchyme extérieur ne nous a pas montré de fibres à la périphérie.

» Le *Cocculus platyphyllos*, le *Cissampelos Pareira*, etc., ont uue moelle bien limitée, entourée d'un cercle de faisceaux ligneux étroits, séparés par des rayons médullaires bien apparents, entourés d'une écorce composée de faisceaux fibreux, souvent en forme de croissant, répondant aux faisceaux ligneux, et d'une zone aréolaire extérieure. En dehors de cette zone

se forment successivement de nouveaux faisceaux ligneux semblables à ceux du cercle central, constituant des cercles complets ou seulement des arcs, et séparés par des zones corticales semblables à la première écorce.

» Dans le *Cocculus platyphyllos*, les productions ligneuses ne se forment que d'un seul côté. Le premier cercle ligneux est lui-même quelquefois incomplet. Par suite, la moelle est voisine de la périphérie, au point opposé à l'accroissement. Les faisceaux fibreux des écorces sont bien apparents; ils constituent souvent deux croissants séparés par du tissu utriculaire dans la première écorce, un seul dans les écorces extérieures. Le croissant extérieur de la première écorce est formé de fibres, longues, transparentes, aiguës, à parois épaisses, poreuses, à cavité étroite, vide ou remplie de matière jaunâtre; le faisceau intérieur de cette écorce et les faisceaux des écorces extérieures sont composés de tubes très-longs, transparents, à parois très-minces, à extrémités souvent rectangulaires.

» Dans le *Cissampelos Pareira*, les fibres de la première écorce n'acquièrent pas l'épaisseur et la rigidité qu'elles ont dans les *Cocculus platyphyllos*; elles sont comme celles des autres zones corticales.

» Dans une *Ménispermée de Manille* (*Mus.*, n° 1500), les faisceaux des écorces intermédiaires se séparent quelquefois du faisceau ligneux correspondant par dessiccation, et se divise en lames irrégulières. Leurs fibres sont minces, aiguës ou rectangulaires aux extrémités, vides ou remplies de la matière jaunâtre qu'on voit dans les fibres de la première écorce.

» Une *Ménispermée de Cayenne* (*Mus.*, n° 2303) a cela de remarquable, que sa tige est plusieurs fois repliée sur elle-même dans le sens de sa longueur; elle forme d'abord une zone ligneuse circulaire, puis des productions extralibériennes en arc placées sur deux côtés opposés; mais l'accroissement s'arrête d'un côté après la formation du premier arc ligneux, tandis que sur l'autre côté il s'en forme successivement un très-grand nombre. Les fibres de la première écorce et des écorces formées en dehors constituent des faisceaux en croissant bien distincts; elles ont des parois excessivement minces, même dans la première écorce, et se terminent soit en pointe, soit par une ligne transversale.

» *Lardizabalées.* — Cette famille, formée de genres détachés des Ménispermées, contient des espèces qui ont des productions extralibériennes tout à fait analogues à celles de ces dernières.

» *Malpighiacées.* — Dans cette famille, le *Banisteria nigrescens* est digne d'une étude approfondie. Les échantillons que nous possédons ont la partie inférieure de la tige organisée normalement : elle a une moelle petite, blan-

châtre, entourée d'un cercle ligneux très-dense, jaunâtre, plus étroit d'un côté que de l'autre. En dehors de ce cercle, le bois est pâle; ses rayons médullaires sont minces et peu apparents, ses couches non distinctes, ses vaisseaux petits et rares dans la partie intérieure, plus gros dans l'extérieure. A un point plus élevé, le tissu ligneux est divisé en plusieurs faisceaux (3 à 6) par des prolongements de l'écorce qui pénètrent de plus en plus dans le bois. Ces prolongements sont formés extérieurement de deux feuillets, mais ceux-ci se confondent intérieurement.

» A l'extrémité intérieure de ces prolongements on trouve des parties corticales, irrégulières, transversales, unies avec eux ou en étant séparées, s'étendant de plus en plus, de manière à rejoindre les parties transversales des prolongements voisins et à circonscrire complétement le tissu ligneux compris entre les prolongements corticaux. Ces portions du tissu ligneux forment alors des faisceaux fortement appliqués sur la tige même soudés avec elle, et séparés de celle-ci par une double écorce, celle de la tige centrale et celle qui est propre aux faisceaux. Dans cet état, les faisceaux ressemblent exactement aux faisceaux extralibériens à écorce circulaire; mais bientôt leur écorce se sépare de l'écorce centrale, et ils deviennent tout à fait distincts de la tige. Leur bois est parfaitement semblable à celui de la tige principale; mais ils n'ont pas de moelle; la plante a donc alors une tige principale, munie d'un centre médullaire, entourée de tiges privées de moelle. Cependant il faut noter que certaines tiges latérales ont des rayons médullaires qui se réunissent en un point de manière à imiter un rudiment de moelle; ce point est même quelquefois entouré d'un côté d'un tissu ligneux dense et coloré, comme celui qui entoure la moelle centrale, mais il ne forme pas un anneau complet comme dans la tige principale.

» L'écorce des faisceaux extérieurs et celle qui constitue les prolongements qui divisent la tige sont composées des mêmes éléments que l'écorce principale : ce sont des fibres, des masses d'utricules à parois épaisses et poreuses, et des utricules colorés qui unissent les autres éléments.

» La tige du *Banisteria* a ainsi une structure qu'il n'est pas facile d'apprécier. Inférieurement, quand elle n'a encore que des prolongements corticaux divisant le bois, elle ressemble à la tige de certaines Bignoniacées; mais plus haut, lorsqu'elle a des faisceaux ligneux entourés d'une écorce propre fortement unie à l'écorce centrale, elle est semblable à la tige des Sapindacées; enfin, quand les faisceaux deviennent tout à fait séparés, la tige semble divisée en segments comme celle de la Gentiane ou celle de certaines Bignoniacées; mais les segments de la Gentiane n'ont pas d'écorce sur leurs faces

intérieures, ils pénètrent jusqu'au centre et emportent une portion de la moelle, de sorte qu'il n'y a pas de tige centrale; enfin ils sont parfaitement unis dans la partie supérieure de la tige. Dans plusieurs Bignoniacées, l'écorce pénètre entre les segments jusqu'à la moelle. Si les segments se séparent, ils seront donc entourés d'écorce, mais il ne restera pas de tige centrale munie de son étui médullaire. On ne peut donc comparer le *Banisteria* qu'avec les genres qui, comme l'*Amphilophium* de M. Bureau, ont des prolongements corticaux qui n'arrivent pas jusqu'au centre; et, pour expliquer sa conformation, on doit penser que dans son parenchyme extérieur il se forme des faisceaux ligneux entourés d'une écorce circulaire, étroitement appliquée d'abord sur les couches corticales de la tige principale, s'en séparant supérieurement, tandis qu'inférieurement les écorces qui séparent la tige centrale des faisceaux extralibériens se désagrégent ou se détruisent, et permettent aux faisceaux ligneux de se souder au bois de la tige principale. Une étude sur des échantillons plus complets lèvera les doutes.

» On remarquera d'ailleurs que les tiges à faisceaux extralibériens ont de l'affinité avec celles qui ont des prolongements corticaux, car les Bignoniacées et le *Caïnça* ont ces deux caractères à la fois, et le *Tétraptéris*, qui a son bois complétement divisé en six segments par des prolongements corticaux, appartient à la même famille que le *Banisteria*.

» *Sapindacées*. — Elles offrent des exemples remarquables de productions extralibériennes, ayant une écorce propre et un accroissement complétement circulaire. Une *Sapindacée* indéterminée (*Mus.*, n° 33) nous a montré une tige centrale dont la moelle est rousse, d'un petit diamètre, et dont le bois est pourvu de vaisseaux volumineux, divisé par huit rayons médullaires pénétrant jusqu'à la moelle, subdivisé par des rayons qui n'arrivent ni jusqu'à la moelle, ni jusqu'à la périphérie; son écorce est composée de fibres minces, pâles, serrées, longues, aiguës, souvent poreuses, contenant parfois de gros grains, et de zones utriculaires; on n'y remarque pas de prolongements médullaires bien marqués. En dehors des couches fibreuses de l'écorce sont trois formations ligneuses complétement entourées d'une écorce semblable à celle de la tige centrale. Leur bois est aussi semblable à celui de la tige centrale, mais il n'a pas de moelle. Ses rayons médullaires, peu apparents, n'arrivent pas à un point commun.

» Outre les trois productions extralibériennes, qui viennent d'être décrites, l'écorce en contient beaucoup d'autres plus petites, entourant circulairement la tige centrale et les trois productions principales, de sorte qu'il y en a qui sont comprises entre l'écorce de la première et celle de ces

dernières. Ces petites formations ligneuses ne sont pas circulaires, elles s'unissent quelquefois entre elles et n'ont d'écorce que du côté extérieur.

» *Une Sapindacée du Brésil*, que j'ai reçue de M. Guillemin, a une organisation analogue à la précédente; mais, au lieu de n'avoir que trois productions principales, elle en a huit, d'un volume moins considérable, formant un cercle à la périphérie de l'écorce centrale; elles sont arrondies, complétement entourées d'une écorce propre, et se distinguent parce qu'elles ont une moelle peu développée, étendue transversalement, plus rapprochée du bord extérieur que de l'intérieur, de laquelle partent extérieurement des rayons médullaires. Du côté intérieur, les rayons n'existent pas. En dehors des productions circulaires, et entre celles-ci et la tige centrale, on trouve de petites productions peu régulières, isolées ou unies entre elles, n'ayant d'écorce que du côté extérieur.

» *Une Sapindacée de Cochinchine* (*Mus.*, n° 1318) a une tige d'un plus grand diamètre que les précédentes. Son bois est divisé par des rayons médullaires nombreux, étroits, réguliers, très-rapprochés; entre eux sont des vaisseaux aussi larges que l'intervalle des rayons, et des vaisseaux plus petits; entre les vaisseaux sont quelques traces de tissu ligneux dense, irrégulières, plus apparentes que dans les espèces précédentes. Au centre est une moelle d'un petit diamètre, pâle, entourée d'un cercle de points noirâtres (orangés au microscope), formés d'utricules à parois épaisses, placés bout à bout, colorés et constituant ainsi des vaisseaux propres articulés. L'écorce est épaisse, composée de faisceaux fibreux étroits en dehors, élargis en dedans, divisés par des prolongements médullaires étroits, pâles, flexueux, les uns arrivant jusqu'au parenchyme, les autres pénétrant seulement à une certaine profondeur dans les faisceaux; entre les prolongements médullaires sont des fibres rangées circulairement, et séparées par des cercles de vaisseaux propres analogues à ceux de la moelle; ils se rencontrent aussi dans les autres espèces. Cette tige n'a que deux formations extralibériennes saillantes et très-visibles extérieurement, aplaties de dedans en dehors, isolées, privées de moelle, pourvues de rayons médullaires, dirigées du bord intérieur vers l'extérieur; ces formations n'ont pas d'écorce du côté intérieur; mais dans l'une l'écorce qui la couvre extérieurement s'avance beaucoup du côté intérieur.

» Ainsi les *Sapindacées* nous offrent tantôt des productions extralibériennes à accroissement circulaire, mêlées à des productions qui n'ont qu'un accroissement extérieur, tantôt elles ont seulement ces dernières.

» *Cyclospermées.* — Sous ce titre ont été groupées les familles des *Chénopodées, Phytolaccées, Amaranthacées, Nyctaginées, Caryophyllées, Paronychiées, Portulacées, Mésembryanthémées, Crassulacées,* etc.; on les a considérées comme ayant un caractère commun, celui de renfermer dans le bois des parties de la zone génératrice qui n'ont pas acquis le degré de consistance qui appartient aux tissus arrivés au dernier terme de leur accroissement, et qui forment, dans le tissu ligneux, des zones ou des îlots distincts; nous n'avons pas à rechercher ici quelle est la valeur de ce caractère, qu'on trouve à des degrés divers dans les végétaux nombreux, qui ont les groupes vasculaires entourés d'un tissu différent par sa coloration et sa densité du tissu fibreux qui constitue le bois proprement dit. Mais parmi les familles comprises dans les *Cyclospermées*, il en est qui ont véritablement la structure des *hétérogènes:* telles sont les *Amaranthacées*, les *Chénopodées*, les *Phytolaccées*, les *Nyctaginées*, que nous avons décrites. Nous avons à rechercher si les autres familles de ce groupe ont, comme ces dernières, des productions extralibériennes.

» *Caryophyllées.* — Les tiges de ces plantes forment des couches ligneuses régulières. Ainsi, dans le *Dianthus Carthusianorum*, les tiges de la première année ont une couche de bois blanche extérieurement, verte au contact de la moelle, une zone d'accroissement très-transparente, une écorce mince, verte, dont les faisceaux fibreux sont transparents, assez distincts. La souche de deux ans a deux couches; celle de trois ans en a trois, etc.; la plus intérieure est dense, un peu jaunâtre, les autres n'ont que des îlots de tissu dense; la plus extérieure est succulente, un peu transparente. Les groupes vasculaires, plus opaques que les tissus qui les entourent, sont souvent en cercles assez réguliers dans la partie intérieure des couches, et en séries radiales séparées par des rayons apparents dans la partie extérieure, mais parfois les groupes vasculaires sont distribués sans ordre, ou affectent les mêmes dispositions dans toutes les parties des couches, de sorte que celles-ci ne peuvent plus être distinguées. Quelquefois la partie extérieure des couches diffère par sa teinte de la partie intérieure, de sorte qu'on pourrait la considérer comme une couche distincte, ou comme une zone d'une autre nature interposée entre les couches ligneuses. Mais ces zones changent d'aspect selon qu'on les observe à la lumière directe ou réfléchie; elles sont d'ailleurs composées des mêmes éléments.

» La zone verte, qui circonscrit la moelle, contient des trachées très-petites, à lames très-écartées; cette sorte de vaisseau se rencontre même au commencement de chaque couche ligneuse; puis, dans les couches, les trachées

à lames serrées ou anastomosées, les vaisseaux fendus, poreux, etc., se succèdent sans qu'on puisse attribuer les uns plutôt que les autres à la partie intérieure ou extérieure de chacune des couches; ces deux parties ne diffèrent que par le nombre et la distribution des vaisseaux.

» Le tissu qui se trouve entre les cercles des vaisseaux, comme celui qui unit les vaisseaux en lignes radiales, est formé de clostres aigus, assez transparents, à parois assez épaisses dans la partie centrale du bois et dans les îlots jaunâtres dispersés dans les couches, plus minces dans les autres parties, surtout dans les plus extérieures, mais semblables aux clostres à parois épaisses et assez résistantes au tranchant des instruments. On trouve parmi les clostres des utricules rectangulaires minces, mais ils sont peu nombreux et n'occupent pas de place déterminée; le tissu qui unit les couches est formé d'utricules quadrilatères ou arrondis.

» La zone d'accroissement est formée d'utricules allongés, à parois excessivement ténues. Le parenchyme est formé intérieurement d'utricules obscurs, allongés, rectangulaires, quelquefois séparés par du tissu transparent, semblable à celui de la zone d'accroissement; puis les utricules sont minces et arrondis; tout à fait en dehors ils sont blancs, un peu transparents, allongés, disposés en lignes radiales très-régulières; le *suber*, très-mince, est composé d'utricules semblables, mais qui sont roux et déchirés.

» Les tiges du *Dianthus Carthusianorum* n'ont donc rien, au commencement de leur existence, qui puisse les faire assimiler à celles des hétérogènes; mais après trois ans de végétation, quelquefois plus tardivement encore, la souche offre quelques productions extralibériennes. Cette souche a une écorce épaisse, présentant intérieurement quelques cercles transparents. Elle contient un grand nombre de petits bourgeons qui font saillie jusqu'au delà de la zone d'accroissement et s'implantent dans le bois, de sorte que la surface de celui-ci est couverte d'un grand nombre de dépressions arrondies qui correspondent à ces bourgeons; quelquefois, au contraire, c'est le bois qui fait saillie pour s'allonger dans les bourgeons; ceux-ci se dirigent transversalement vers la partie extérieure de l'écorce pour former des rameaux ou des radicelles. Mais il est d'autres bourgeons qui restent confinés dans la partie extérieure du parenchyme, et y forment des noyaux qui donnent naissance à des faisceaux fibro-vasculaires arrondis, d'abord saillants du côté interne, puis du côté extérieur; ils sont primitivement composés d'une partie centrale, ligneuse, obscure, formée de trachées à lames anastomosées, de vaisseaux fendus, poreux. Autour de ce groupe se

forment des cercles ligneux, d'abord interrompus du côté interne, puis de cercles complets et composés comme les couches normales du bois.

» Ces nouvelles productions sont entourées d'une zone d'accroissement entièrement circulaire, puis d'une zone de parenchyme obscur et plus en dehors d'une zone de parenchyme transparent; cette dernière se continue avec la zone analogue de la souche principale; à une certaine époque, la partie intérieure de cette zone devient subéreuse. On peut suivre les faisceaux extralibériens jusqu'aux rameaux qui naissent en groupes sur différents points de la souche et jusque vers les divisions des racines. On peut ranger cette tige parmi les hétérogènes, qui ont des faisceaux fibro-vasculaires pourvus d'une écorce circulaire.

» Les *Dianthus caryophyllus* et *ciliatus* ont une organisation analogue à celle du *D. Carthusianorum* dans la première période de son existence; mais je n'ai pas rencontré dans ces espèces de faisceaux ligneux formés dans la zone extérieure du parenchyme.

» Le *D. barbatus*, venu de graines, a, vers le milieu de sa végétation annuelle, un système ligneux composé d'un cercle intérieur verdâtre, et d'une zone large, blanche, uniforme, présentant à la périphérie des rayons médullaires à peine apparents, composés de clostres et de groupes vasculaires, très-rares, très-distants, non visibles à la loupe.

» Dans plusieurs espèces de *Silène*, on observe des dispositions semblables. On ne trouve donc dans aucune de ces plantes des productions extralibériennes formées dans le cours de la première année. Nous n'avons pas eu occasion de voir, dans celles qui sont vivaces, de faisceaux ligneux créés plus tard dans la zone extérieure du parenchyme. »

AÉROSTATION. — *Sur l'état de conservation actuel de l'étoffe de l'aérostat à hélice*. Note de M. DUPUY DE LÔME.

« A la suite de l'ascension que j'ai faite, le 2 février dernier, avec l'aérostat à hélice construit sous ma direction, j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats constatés par cette ascension, dans un Mémoire qu'elle a bien voulu faire imprimer avec le Rapport de la Commission de l'Académie concernant ce même appareil.

» J'attends le moment opportun pour continuer ces expériences, en remplaçant le travail musculaire des hommes par une puissance mécanique plus grande pour le même poids et disposée de façon à écarter les inconvénients de la machine à vapeur ordinaire.

» Je n'aurais donc rien à ajouter aux Rapports précités, si mon attention n'avait été appelée hier sur ce sujet par un article de journal, contenant une erreur de fait qu'il est bon de rectifier.

» On lit dans ce journal, rendant compte d'une séance tenue par une Société de navigation aérienne, le 28 août dernier :

« M. le Président, à l'occasion du procès-verbal, fait part à la Société de la perte du ballon construit sous la direction de M. Dupuy de Lôme, occasionnée par le ramollissement hygrométrique du vernis dont ce ballon était recouvert. Le vernis employé était un mélange de gélatine et de glycérine. »

» Puis encore dans le Compte rendu de la séance du 11 septembre dernier :

« M. le Secrétaire général par intérim donne, sur la demande de M. le Président, quelques détails sur l'accident arrivé au ballon de M. Dupuy de Lôme. La perte de ce ballon lui a été annoncée par M. Wilfrid de Fonvielle, dont les renseignements concordent avec ceux donnés par M. Gabriel Mangin. »

» Je ne puis m'expliquer l'origine de ces assertions. Quoi qu'il en soit, l'Académie recevra avec satisfaction l'assurance que non-seulement l'aérostat dont il s'agit n'est point perdu, mais encore qu'il ne lui est arrivé aucun accident, pas plus depuis l'ascension du 2 février que pendant cette ascension elle-même.

» Il est remisé, avec tous ses accessoires, dans un local bien couvert; le ballon proprement dit est replié sur lui-même, en laissant son grand axe dans toute sa longueur; le tout est enveloppé dans de la toile. Son enduit se comporte d'une façon très-satisfaisante; il n'a donné lieu à aucune trace d'échauffement, et il a conservé sa flexibilité, sans aucune déliquescence.

» Voici maintenant quatorze mois d'écoulés depuis l'application de cet enduit, et, à en juger par l'état actuel, il y a tout lieu d'espérer que l'étoffe de ce ballon conservera longtemps encore toute sa valeur, s'il reste remisé à sec, comme il l'a été jusqu'à ce jour, et si on lui donne les quelques soins que nécessite la conservation de tout tissu.

» Je crois, en terminant, devoir rappeler à l'Académie que l'enduit de ce ballon a été, sur les premières indications de notre Secrétaire perpétuel, M. Dumas, l'objet d'études qui ont été complétées par les expériences de M. Troost, professeur de Chimie à l'École Normale. Cet enduit se compose non pas seulement de gélatine et de glycérine, mais bien de *trois parties égales* de gélatine, de glycérine et de tannin, dissoutes à chaud dans *douze parties* d'acide pyroligneux du commerce, conformément au

mode d'opérer exposé dans mon Rapport sur la confection de l'aérostat (1). »

« M. Wurtz, à propos de la publication faite récemment par MM. *Ch. Girard* et *de Laire* d'un « Traité des dérivés de la houille, applicables à la production des matières colorantes », présente les observations suivantes :

« On sait que les divers produits que l'on peut extraire du goudron de houille sont devenus depuis un certain nombre d'années l'objet d'applications nombreuses et importantes. La chimie des combinaisons aromatiques est aujourd'hui la base d'une industrie puissante, et l'on a vu rarement les conquêtes des arts économiques suivre d'aussi près les découvertes de la science pure, et mieux servies par elle. L'ouvrage de MM. Girard et de Laire en renferme des preuves nombreuses. Écrit avec une rare compétence, il renferme un résumé exact et complet sur les carbures d'hydrogène extraits du goudron de houille, sur les combinaisons chlorées, bromées, sulfoconjuguées, nitrogénées et sur les alcaloïdes qui en dérivent; il contient enfin la description des procédés industriels qui servent à la préparation des riches matières colorantes que l'on obtient à l'aide de ces alcaloïdes. »

M. Pasteur, après la lecture faite par M. Trécul dans la séance du 18 novembre dernier (p. 1223), avait exprimé le désir que M. le Secrétaire perpétuel voulût bien parapher une série de dessins qu'il avait déposés sur le bureau de l'Académie avant la séance. Ces dessins font connaître le développement des groupes de cellules colorées en jaune plus ou moins foncé, dont M. Pasteur avait fait mention dans sa Note du 7 octobre (p. 781).

Ces dessins ont été paraphés par M. le Secrétaire perpétuel, à la date du 18 novembre.

---

(1) A la suite de cette Communication à l'Académie, M. Wilfrid de Fonvielle m'a écrit pour me déclarer qu'on a abusé de son nom dans l'article du journal précité, en lui attribuant à tort un renseignement qu'il n'a point donné.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M. Félix Lucas, portant le titre:* Théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes matériels.

(Commissaires : MM. Serret, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.)

« M. Lucas a déjà présenté à l'Académie, en 1868, pour un sujet analogue, cinq Mémoires intitulés : *Recherches concernant la mécanique des atomes*, sur lequel il a été fait un Rapport le 14 février 1870. Dans les trois premiers il considérait, comme préparation et comme exercice d'analyse, des atomes en nombre fini quelconque, s'attirant et se repoussant suivant des lois particulières, qui ne sont pas celles de la nature. Mais, dans les deux autres, et encore plus dans trois Notes subséquentes, insérées aux *Comptes rendus* de nos séances des 26 février, 7 mars et 27 juin 1870, ainsi que dans un Mémoire publié *in extenso* la même année au *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (*), il tirait déjà de l'analyse divers résultats en laissant absolument quelconques les relations entre les intensités des actions mutuelles des atomes par unité de leurs masses, et les distances où ces actions s'exercent, ces relations ou *fonctions des distances* pouvant différer même d'un couple d'atomes à un autre couple, et chacune n'étant astreinte qu'à rester continue.

» A ce Mémoire de 1870, M. Lucas développait habilement la solution, simplement indiquée par Lagrange (**) et par Poisson (***), du problème des petits mouvements vibratoires d'un système quelconque de points matériels sollicités par des forces qui, pour chacun, dépendent d'une manière continue de ses coordonnées, ainsi que de celles de tous les autres points, et non du temps.

» Dans le Mémoire que nous examinons aujourd'hui, et dont il nous a remis le 3 octobre, à notre demande, une rédaction plus développée que celle du 29 avril, M. Lucas reproduit succinctement l'établissement des équations différentielles de ce problème de très-petits mouvements, équations linéaires dont les premiers membres sont les produits de la masse de chaque

(*) *Étude sur la mécanique des atomes* (t. XV de la 2e série).

(**) *Méc. anal.*, 2e partie, sect. VI, nos 1 à 15.

(***) *Traité de Mécanique*, 1833. *Lois générales des petites oscillations*, nos 544 à 447.

point et de la dérivée seconde, par rapport au temps, d'une des trois projections de son déplacement en deçà et au delà des situations où les forces, tant intérieures qu'extérieures, qui le sollicitent, se font équilibre, et dont les seconds membres sont des fonctions du premier degré des mêmes projections, en nombre triple de celui des points, des petits déplacements sur les trois axes des coordonnées. Les coefficients constants qui y affectent ces déplacements projetés sont, comme le montre facilement M. Lucas, les valeurs, pour la position d'équilibre dynamique, de toutes les dérivées secondes, par rapport aux diverses coordonnées, de ce *potentiel total* du système, fonction des masses et de toutes les coordonnées, qui est aussi appelé, comme on sait, *fonction de forces*, parce que sa dérivée première, par rapport à une coordonnée quelconque, donne la force totale qui sollicite, dans son sens, le point mobile auquel elle appartient.

» Avant de tirer divers théorèmes des intégrales de ces équations linéaires simultanées du second ordre, M. Lucas considère un système de deux points seulement, sollicités par leur action mutuelle, fonction de leur distance, ainsi que par deux forces extérieures constantes en grandeur et en direction, qui étaient supposées les tenir en équilibre lorsque chacun d'eux se trouvait dans une certaine situation arbitrairement choisie, prise pour *repère*. Il établit les relations qui doivent exister entre les petits déplacements des points autour de cette position d'équilibre dynamique, et les travaux que les forces opèrent à partir de là.

» Comme ces forces sont de celles dont tout travail élémentaire est exprimé par la différentielle complète d'une fonction des coordonnées, leur travail total entre la situation repère et une autre situation quelconque ne dépend que des coordonnées initiales et finales : il est indépendant, et des trajectoires qu'ils ont suivies pour arriver de l'une à l'autre, et du temps qu'ils y ont mis, ainsi que de la distribution, pendant ce temps, des grandeurs des espaces successivement parcourus, et de celles des résultantes de forces qui étaient initialement nulles sur chaque point. Ce travail est donc le même que si les deux points étaient arrivés en ligne droite à leurs positions finales, en parcourant simultanément des proportions égales de leurs trajets, de manière que chaque composante de force puisse être regardée comme fonction continue du seul déplacement suivant sa direction. Cette action sera sensiblement linéaire dans l'étendue extrêmement petite des déplacements supposés; en sorte que chaque composante de force dans le sens d'une coordonnée peut être regardée, dans l'évaluation de son travail,

comme ayant crû proportionnellement à l'espace parcouru suivant ce sens par son point d'application. Ce travail est donc égal au déplacement total projeté, multiplié par l'intensité moyenne, qui est la moitié de l'intensité finale, de la composante de force de même direction.

» D'où ce premier théorème : *Que le travail total des forces agissant sur les deux points matériels, depuis leurs positions d'équilibre dynamique jusqu'à des positions très-proches pour lesquelles la direction de leur ligne de jonction diffère peu de la première, est égale à la demi-somme des produits des masses de ces points par leurs accélérations finales dans les directions de trois coordonnées rectangles, multipliées par les petits déplacements éprouvés suivant les mêmes directions.*

» Comme on peut, lorsqu'il y a plus de deux points, décomposer l'action totale qu'un quelconque d'entre eux supporte, en celles qui lui viennent de chacun des autres, le théorème qu'on vient d'énoncer convient, sans en changer aucunement les termes, *au travail total que de petits mouvements opèrent dans un système d'un nombre quelconque de points matériels* à partir de leur situation d'équilibre, et non-seulement lorsque les forces extérieures, s'il y en a, restent constantes en grandeur et direction, comme le suppose M. Lucas, mais *plus généralement lorsque ce sont des attractions et répulsions exercées par des points fixes* et variant d'intensité proportionnellement à des fonctions des distances à ces centres d'action; car les travaux de ces sortes de forces, comme ceux des forces intérieures, ne dépendent que des coordonnées initiales et finales des situations des points mobiles sur lesquels elles agissent.

» Par une raison semblable, ce premier théorème, ainsi étendu à tout système de points, peut servir à l'évaluation du travail qui s'y opère *entre deux situations différentes de celles d'équilibre*, que nous prenons pour situations repères; car, comme on peut, pour évaluer ce travail, faire parcourir aux points, entre les situations extrêmes, telles trajectoires qu'on veut, il est loisible de les faire passer par leur situation repère ou d'équilibre. En appelant, avec M. Lucas, travail *morphique* celui qui est à exercer sur les points d'un système en surmontant les forces qui les animent pour l'amener de la *forme* qu'il possède à un instant quelconque à la forme d'équilibre que lui donne l'ensemble des situations repères de ses points, on aura une différence de deux travaux morphiques pour le travail opéré entre deux situations quelconques, quelque éloignés qu'aient été l'un de l'autre les deux instants où ces situations étaient occupées par les points.

» D'où un second théorème, consistant en ce que ce travail a pour valeur, si les situations extrêmes sont l'une et l'autre peu écartées de la situation d'équilibre dynamique, *l'excès, l'une sur l'autre, de deux demi-sommes, étendues à tous les points du système, de produits de masses, d'accélérations et de déplacements ou écarts, comme ceux qui sont énoncés dans le théorème qui précède.*

» Ce travail opéré entre deux instants ou deux situations doit être égal, comme on sait, à l'augmentation de la demi-force vive, que M. Lucas appelle le *travail impulsif*.

» L'augmentation du travail impulsif est égal, ainsi, à la diminution du travail morphique; d'où il suit qu'on doit avoir une quantité constante pour la somme de ces deux sortes de travaux, somme que M. Lucas appelle le *travail emmagasiné* dans le système.

» Comme les vitesses dans les sens des coordonnées sont les dérivées premières des déplacements par rapport au temps, et comme les forces sont les produits des masses par les dérivées secondes, on tire de là ce troisième théorème relatif aux petits mouvements définis ci-dessus : *Que la somme des produits des masses des points par les carrés des dérivées premières, par rapport au temps, de leurs déplacements ou écarts projetés dans trois sens rectangulaires, diminués de tous les produits de ces écarts par leurs dérivées secondes, est une quantité indépendante du temps.*

» La connaissance des déplacements, ou écarts de la situation d'équilibre, qui doivent entrer dans cet énoncé, dépend de l'intégration des équations différentielles linéaires du second ordre ci-dessus, équations au nombre de $3n$, si n est le nombre des points du système.

» Une quelconque de leurs intégrales *particulières*, pour chaque déplacement projeté suivant les x, ou y, ou z, est une quantité périodique, soit un produit d'une constante λ, la même pour tous les points et pour toutes les projections, d'un paramètre h, ou k, ou l, qui varie de l'un à l'autre, et du cosinus d'un binôme $t\sqrt{s}+\varepsilon$ où le temps t est engagé au premier degré, son coefficient $\sqrt{s}$, ou la période $\frac{2\pi}{\sqrt{s}}$, ayant la même valeur pour tous les points. En substituant dans les équations différentielles, aux $3n$ déplacements projetés, ce qui résulte d'un de ces systèmes d'intégrales particulières, le cosinus et la constante λ disparaissent comme affectant tous les termes; il reste $3n$ équations où les $3n$ paramètres appelés h, k, l, selon qu'ils appartiennent aux projections des déplacements sur les x, les y, les z, ne sont engagés qu'au premier degré. En éléminant leurs $3n-1$ rapport

à l'un d'entre eux pris à volonté, il reste une équation algébrique du degré $3n$ en s, dite *caractéristique*. Comme son premier membre (si l'on met zéro au second) est un déterminant *symétrique*, elle a toutes ses racines réelles; elle doit même les avoir positives si la situation repère offre, comme on le suppose, un équilibre stable.

» A chacune des valeurs de ce paramètre principal s répond une des intégrales particulières, en sorte que les intégrales complètes, sommes de toutes celles-ci, ou les valeurs des $3n$ petits déplacements projetés, donnent pour chaque point un mouvement résultant de la superposition d'un nombre fini, mais considérable, de mouvements pendulaires simples et isochrones de diverses périodes, qui s'exécuteraient parallèlement à chacun des trois axes coordonnés.

» Les $6n$ constantes d'intégration, appelées λ et ε, se détermineraient par la condition que, pour un temps quelconque pris pour initial, les $3n$ petits déplacements, et les $3n$ vitesses, aient des grandeurs données.

» En substituant ces intégrales complètes aux déplacements qui entrent dans l'expression de la quantité ci-dessus, appelée par M. Lucas *travail emmagasiné*, qui doit rester indépendante du temps d'après son *troisième théorème*, on aperçoit que les seuls termes de cette expression où le temps se trouve engagé sont affectés de sommes

$$\mathbf{S}m(h'h'' + k'k'' + l'l'')$$

de produits des masses m de tous les points par des trinômes composés avec tous les produits deux à deux des paramètres h, k, l de même nom relatifs à un même point, mais à deux de ses mouvements simples composants. Toutes ces sommes $\mathbf{S}$ doivent être nulles séparément; car on peut toujours, sans changer aucunement les paramètres h, k, l, qui dépendent uniquement de la constitution du système indépendamment de ses mouvements, prendre les données initiales, qui sont au nombre de $6n$, de manière que les $3n$ constantes d'intégration appelées λ soient nulles, hors deux d'entre elles, ou de manière que les mouvements simples composants se réduisent à deux, et qu'une seule des sommes $\mathbf{S}m(\ldots)$, choisie à volonté, subsiste dans l'expression en question. Cela entraîne la nullité nécessaire de cette somme, *et de même des autres*.

» M. Lucas, par une analyse spéciale, étend ce résultat au cas où des points du système, en nombre quelconque, sont fixes; ce qui pouvait être conclu aussi en regardant ces points comme des centres d'action de forces extérieures.

» Des propriétés connues des déterminants, M. Lucas déduit que quand les forces, même extérieures, agissant sur tous les points, ont leurs sommes totales de composantes nulles dans les trois sens, l'équation au paramètre principal s a trois racines zéro, et qu'il y a nécessité d'ajouter des termes non périodiques aux intégrales pour les rendre complètes. Il en résulte, dans l'expression qui doit rester indépendante du temps, que les sinus et cosinus où le temps est engagé se trouvent multipliés par d'autres sommes, de la forme $\mathrm{S}m(ah' + bk' + cl')$. Un raisonnement semblable à celui qui précède prouve qu'elles doivent toutes s'annuler séparément comme les autres.

» Cette nullité des deux espèces de sommes dont nous parlons, étant introduite dans l'expression de la force vive due aux mouvements vibratoires, la réduit à une forme simple, expression du théorème suivant :

» *La force vive due à un mouvement vibratoire composé est,* à chaque instant et exactement, *égale à la somme des forces vives qui seraient dues séparément aux mouvements simples pendulaires, isochrones et rectilignes qui le composent.* S'il s'y joint un mouvement général de translation, la force vive qui lui serait due, séparément aussi, s'y ajoute.

» Ce théorème, qui paraît susceptible de recevoir des applications dans des théories dont s'occupent beaucoup les physiciens, avait été aperçu et constaté par l'un de nous, pour un grand nombre de cas particuliers de vibrations de tiges en forme de prisme, ou de pyramide tronquée, jointes ensemble, ainsi qu'à des masses censées rigides comme celles qui les ont heurtées longitudinalement ou transversalement, et aussi pour les sphères vibrantes envisagées par Poisson, etc. (*). La force vive, due à des vitesses dont les projections sur trois axes rectangulaires sont sommes d'un nombre quelconque de vitesses composantes, est évidemment égale à la somme des forces vives dues à celles-ci, plus des termes où les carrés des vitesses composantes sont remplacés par tous leurs doubles produits deux à deux. Or, dans ces divers cas particuliers, les termes affectés des doubles produits donnaient constamment, pour tout le système, une somme nulle, en vertu de ces relations qui servent à éliminer tous les termes, hors un, des séries infinies donnant les solutions d'équations aux dérivées partielles du second et du quatrième ordre, quand on veut déterminer leurs coefficients de manière à satisfaire aux conditions définies initiales. Il ne reste, ainsi, que l'égalité de la force vive due aux mouvements totaux ou effectifs à la somme des forces vives dues aux mouvements simples composants.

(*) *Comptes rendus*, t. LX, p. 42, 732; t. LXI, p. 33; t. LXII, p. 180.

» Mais une démonstration générale de ce théorème était à désirer. On voit qu'elle se trouve dans le Mémoire dont nous rendons compte.

» M. Lucas tire facilement, des mêmes considérations, un autre théorème qui paraît entièrement nouveau. C'est que, malgré le changement continuel de grandeur et de direction des forces, tant intérieures qu'extérieures, qui agissent sur les points matériels d'un système vibrant, si ces forces ne sont que de celles qui ont un potentiel, ou dont les intensités, et, par suite, le travail, ne dépendent que des positions initiales et finales des points sur lesquels elles agissent, ce travail, pour les mouvements vibratoires effectifs ou composés, *est égal, entre deux instants proches ou éloignés, à la somme des travaux qui seraient dus à chacun des mouvements simples pendulaires isochrones qui les forment par leur superposition.*

» Au lieu d'ajouter la demi-force vive à ce même travail *morphique* que nous avons défini, si l'on retranche celui-ci de celle-là, on trouve une expression dont M. Lucas déduit que l'excès de l'une sur l'autre *est égal au quart de la dérivée seconde, par rapport au temps, de la somme des produits obtenus en multipliant la masse de chaque point par le carré de la petite distance où il est de la position pour laquelle les forces se font équilibre sur lui.*

» Ce quart de dérivée seconde d'une somme, qui diffère de la force vive en ce que les vitesses sont remplacées par des distances, figure à des équations données par M. Clausius dans sa Communication du 20 juin 1870, reproduite avec des développements le 21 octobre dernier (*).

» On peut voir aussi que l'expression donnée par M. Lucas, pour le travail dit *morphique*, ramenant le système d'une situation quelconque à sa situation d'équilibre dont on la suppose très-voisine, est de même forme que le *viriel* de notre illustre Correspondant, et lui serait identique si, au lieu d'une seule origine de coordonnées, on prenait comme telle, pour chaque point, sa situation d'équilibre. Mais les résultats obtenus par M. Lucas ne nous paraissent pas être, pour cela, la reproduction d'aucun de ceux de M. Clausius. Et ils y ajoutent en montrant que le *viriel*, ou tout au moins celui qui serait à origine multiple, peut être décomposé en ceux qui viendraient des divers mouvements simples formant ensemble le mouvement réel, sans avoir besoin de considérer seulement sa valeur moyenne pour un temps d'une longueur suffisante.

» En remarquant que pour chaque mouvement pendulaire simple com-

---

(*) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1314, et LXXV, p. 912. *Voir* aussi les Communications de M. Villarceau, des 29 juillet et 12 août 1872, t. LXXV, p. 232 et 377.

posant, l'accélération, au signe près, est égale au produit du déplacement de même sens, par ce paramètre s dont on tire les temps périodiques, M. Lucas trouve encore que la somme des produits de masses et de carrés de petites distances dont il vient d'être question, *se décompose lui-même, comme la force vive, dans les sommes des produits pareils qui viendraient séparément de tous les mouvements simples composants.*

» La même remarque, relative aux mouvements pendulaires, lui avait déjà montré que le travail morphique seul *est égal à la moitié de la somme des produits des masses par les valeurs de ce paramètre principal s et par les carrés des déplacements partiels opérés en vertu des mouvements composants.*

» Enfin, en appliquant à un système composé d'éléments solides, au lieu de l'être de points isolés, l'équation qui exprime analytiquement le troisième théorème, et dont le second membre est une quantité constante ou indépendante du temps, M. Lucas, par une et par deux différentiations, en tire deux autres équations d'une forme assez simple, qui pourraient être traduites aussi en théorèmes.

» Vos Commissaires, au résumé, tout en ne se prononçant pas au sujet de savoir si les dénominations de travail morphique, travail impulsif et travail emmagasiné, offrent plus d'avantage que celles d'énergie potentielle, énergie actuelle et énergie totale de M. Rankine, sont, quant au fond, unanimement d'avis que l'analyse de M. Lucas, et les théorèmes nombreux qu'il en déduit d'une manière simple, offrent un grand intérêt. Ils vous proposent, en conséquence, l'approbation du Mémoire présenté par lui, et son insertion au *Recueil des Savants étrangers.* »

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE POLITIQUE. — *De l'utilité d'une institution scientifique permanente en Algérie;* Note de **M. Marès.**

(Commissaires : MM. Faye, Elie de Beaumont, Dumas, de Quatrefages, Jurien de la Gravière.)

« Au moment où la France vient d'éprouver de si terribles revers et de perdre 1 500 000 habitants, il serait temps enfin de penser d'une manière serieuse à mettre en œuvre tous les moyens propres à aider à la colonisation de l'Algérie. Les idées les plus erronées ont cours encore sur cette magnifique contrée ou plusieurs millions de Français vivraient à l'aise et

offriraient à la mère patrie, à quelques pas d'elle, une source inépuisable de richesse et de puissance.

» Des études scientifiques bien dirigées pourraient rendre les plus grands services. Le gouvernement l'avait bien compris lorsque, dès 1838, il formait la Commission scientifique de l'Algérie ; mais le zèle et le courage de nos savants ont échoué en partie devant les difficultés provenant d'un manque absolu de sécurité et d'une mauvaise direction. Cette Commission a laissé néanmoins de beaux et bons travaux dont l'utilité prouve quel bien elle aurait pu faire.

» Le besoin d'une institution scientifique est indiqué par les efforts qui ont été faits en Algérie même. Malgré le peu de densité de la population, malgré les occupations excessives de chacun et le peu de ressources dont on dispose, il s'est néanmoins formé plusieurs Sociétés pour l'Agriculture, les Sciences physiques et naturelles, la Médecine, l'Histoire, l'Archéologie, dont la marche et les études permettent d'apprécier la valeur et le nombre des hommes éclairés que la colonie renferme.

» Les travaux accomplis jusqu'ici portent généralement l'empreinte des besoins immédiats de la colonisation ou sont le résultat d'une forte impulsion donnée par une direction puissante.

» Ainsi dans les sciences mathématiques, la *Géodésie* a été l'objet de travaux actifs et suivis, grâce à l'initiative du Ministère de la Guerre.

» L'Académie en a entendu récemment une analyse savante qui nous permet de nous borner à les rappeler.

» La *Navigation* a repris les travaux du commandant Bérard et a terminé un levé topographique des côtes à $\frac{1}{250000}$, en s'appuyant sur la géodésie de l'État-Major.

» Le *Génie militaire*, avec l'aide énergique de l'armée, a rapidement établi un premier réseau de routes stratégiques; aujourd'hui, avec l'aide du *Génie civil*, les deux plus grandes lignes sont achevées ; enfin deux voies ferrées relient Oran à Alger et Philippeville à Constantine.

» Toutes les études qui se rapportent à l'observation directe des phénomènes naturels trouvent en Algérie un des plus beaux champs de recherches que puisse rêver l'homme de science.

» Le grand massif de l'Atlas, pris dans son ensemble, s'étend parallèlement à la côte qu'il occupe sur toute sa longueur, et présente, entre la Méditerranée et le Sahara, un développement moyen de 300 kilomètres.

» Son versant nord, abrupte ou ondulé, commence souvent au bord même de la mer et s'élève assez rapidement, en s'éloignant du rivage.

» Sa croupe est occupée, tantôt par des palmiers immenses, dont le niveau se maintient entre 150 mètres et 1200 mètres d'altitude (1), tantôt par des massifs montagneux, dont les pics élevés dépassent 2000 mètres.

» Son flanc sud se termine presque toujours par des rides linéaires, dont les assises rocheuses, aussi régulières que de grandes digues, plongent à pic dans les plaines sans limite du désert.

» C'est cette disposition orographique qui donne à l'Algérie une si grande variété de climats, et qui multiplie à un point extraordinaire les sujets d'études; mais la proximité du grand Sahara d'un côté, et de l'autre celle de la mer impriment au versant sud une empreinte générale désertique et au versant nord une empreinte générale méditerranéenne, dont on retrouve constamment les traces. Le rôle de chacune de ces deux influences si différentes peut donner aux études des sciences physiques et naturelles le plus vif intérêt.

» La *Chimie* n'a pas fait encore d'investigation sérieuse; il n'existe aucun laboratoire d'études ou de recherches ouvert au public, et son utilité serait immense.

» La *Géologie* a fait des progrès depuis quelques années. Les premières investigations de MM. Rozet, de Verneuil, Fournel, Renou et Ville avaient donné une idée générale des terrains de l'Algérie. Plus tard différentes Notes et quelques bons travaux ont fait connaître d'une manière plus détaillée les divers horizons stratigraphiques; mais ces études n'embrassent encore que les contrées très-limitées. Les *mines* donnent déjà des résultats très-productifs, surtout dans l'est. Mais un grand nombre de points restent à explorer.

» La *Botanique* est une des sciences qui ont été le plus étudiées. M. Durieu de Maisonneuve, M. Cosson et plusieurs botanistes algériens nous ont fait connaître le plus grand nombre des plantes existantes, jusque dans les parties désertiques, ainsi que leur distribution géographique, et ils ont signalé et décrit les espèces nouvelles.

» Ces recherches et les travaux de *Physiologie végétale*, qui devront leur succéder, aideront, il faut l'espérer, à la question du reboisement devenu désormais indispensable dans le Tell.

» Depuis la publication des travaux de la Commission scientifique, il s'est produit en *Zoologie* un certain nombre de Notes, de recherches parti-

---

(1) Hauts plateaux — steppes.

culières qui ont fait l'objet de thèses, de publications diverses ou d'articles insérés dans le *Bulletin de la Société climatologique d'Alger*.

» Dans notre colonie, l'*Agriculture* n'est pas soumise aux mêmes conditions qu'en France, et l'agronome le plus habile de l'Europe s'y sent immédiatement dépaysé : il l'est d'autant plus qu'aucune étude préparatoire, aucune tradition ne vient l'aider.

» Les pluies sont abondantes près du littoral; elles tombent par intervalles pendant huit et même neuf mois de l'année, et donnent une moyenne de $0^{m},90$ environ. La température est très-douce dans les parties basses du Tell, et cette chaleur relative permet à la végétation de pousser dès les premières pluies de l'automne et dans les mois d'hiver. A la période humide succède un soleil ardent qui amène une sécheresse excessive en rompant l'équilibre entre la tension de la vapeur d'eau, contenue dans l'atmosphère, et celle contenue dans le sol, et qui fait périr la végétation herbacée. Il en résulte une sorte de transposition des saisons, que l'agriculteur européen ne saurait trop observer. Néanmoins, la beauté du climat du Tell, la bonté de ses terres, l'action puissante du soleil sur leur fertilité, tout concourt à faire de ce pays une des plus riches contrées agricoles : son antique renommée peut se confirmer de nouveau.

» A l'époque de la conquête, le commerce était presque nul; en 1851 il s'élevait à 86 millions; aujourd'hui il arrive à 297 millions. Les exportations comptent pour 72 450 000 francs, sur lesquels 70 275 000 francs sont uniquement dus à l'agriculture algérienne, et les 218 000 Européens, auxquels ces résultats sont presque exclusivement dus, n'occupent que 600 000 hectares sur 14 millions d'hectares que compte le Tell seul, c'est-à-dire la zone facilement colonisable par nous.

» La *Médecine* est une des sciences qui ont été le mieux représentées; elle a accompli de nombreux travaux théoriques et pratiques. Aujourd'hui, par l'écoulement des marais et par des cultures régulières, on a assaini la plupart des pays les plus malsains. La population vit bien, même dans les pays réputés autrefois comme les plus insalubres, et les naissances ont été de 146, pour 100 décès, dans ces dernières années.

» La Commission scientifique a publié d'excellents travaux géographiques, auxquels sont venus s'ajouter, depuis, ceux de plusieurs voyageurs particuliers et des officiers en mission. Les bassins fermés des hauts plateaux et du Sahara, des cours d'eau souterrains de plusieurs centaines de kilomètres de long; le climat, les productions, les races authoctones ou conquérantes; les ruines de tous les âges, restes de nombreux villages for-

tifiés que l'on trouve à chaque instant dans l'Atlas ou le Sahara, et qui dévoilent des massacres féroces et fréquents de tribus à tribus, sont autant de faits qui prouvent l'intérêt que présente à divers points de vue la géographie algérienne.

» Enfin l'Archéologie historique et préhistorique offre un immense champ à peine effleuré propre à éclairer non-seulement l'histoire complète de cette contrée, mais à fournir les enseignements les plus utiles pour le renouvellement de sa colonisation.

» Cette courte Note montre que les sciences qui font l'objet des études de corps spéciaux ont progressé et ont été appliquées avec rapidité. Elle fait voir que les Algériens, en fondant des Sociétés qui se sont livrées à des études sérieuses, ont prouvé tout le prix qu'ils attachaient aux recherches scientifiques.

» Si la France veut que le progrès de la colonie soit rapide, elle ne doit pas oublier que l'Algérie, tout en se peuplant d'hommes civilisés, doit s'aider aussi des moyens puissants dont la civilisation dispose aujourd'hui, et que c'est principalement par les sciences et dans le pays même que ces moyens pourront être utilement appropriés aux besoins particuliers d'une région nouvelle.

» Le développement des arts industriels et agricoles ne peut être rapide et sûr qu'à la condition d'être dirigé par les théories scientifiques ou par les vues élevées de l'esprit qui guident et fécondent les travaux pratiques des masses laborieuses. Les progrès accomplis dans la mère patrie et dans tous les pays civilisés, depuis le commencement du siècle, en offrent une preuve remarquable.

» Un corps savant, qui serait placé à l'entrée de la France africaine, pionnier scientifique actif de ces contrées peu connues, tiendrait à honneur d'être considéré comme une émanation de l'Institut, dont la puissance morale a grandi devant nos malheurs, et dont la prépondérance scientifique s'affirme plus que jamais!

» Je serais heureux, si le tableau des ressources que l'Algérie possède et qu'elle offre, à la fois, à la science et au pays pouvait exciter l'intérêt de l'Académie et contribuer à la création d'une institution capable de lui servir d'interprète et d'auxiliaire dans notre colonie africaine. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THERMODYNAMIQUE. — *Relation entre la pression et le volume de la vapeur d'eau saturée qui se détend en produisant du travail, sans addition ni soustraction de chaleur.* Note de **M. H. Resal.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Soient V, p, ρ, r le volume, la pression, la densité, la chaleur de volatilisation de la vapeur d'eau saturée à t_0; c la chaleur spécifique de l'eau à la même température. En admettant que l'indice o se rapporte à un poids déterminé de vapeur saturée sèche, et l'indice 1 à la vapeur non condensée pendant la détente, on a, en transformant convenablement une équation de M. Clausius,

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{273 + t_1}{r_1} \frac{\rho_0}{\rho_1} \left(\frac{r_0}{273 + t_0} - 2,30258 \frac{c_0 + c_1}{2} \log \frac{273 + t_1}{273 + t_0} \right).$$

» J'ai considéré successivement des valeurs décroissantes de t_0, de 10 en 10 degrés, à partir de 200 jusqu'à 110 degrés; pour chacune d'elles, j'ai fait décroître t_1, de 10 en 10 degrés, depuis $t_0 - 10$; j'ai pu ainsi former des tables donnant des valeurs de $\frac{V_1}{V_0}$, en regard desquelles j'ai placé les valeurs correspondantes de $\frac{p_0}{p_1}$, et j'ai reconnu que la relation

$$\frac{p_0}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_0} \right)^{1,133}$$

s'accorde d'une manière très-satisfaisante avec les éléments de ces tables, entre les limites 1,25 et 15,37 de $\frac{V_1}{V_0}$. »

ANALYSE. — *Théorie des résidus des intégrales d'ordre quelconque.* Mémoire de **M. Max. Marie.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Hermite, O. Bonnet, Puiseux.)

« Il était indispensable, pour permettre la comparaison entre les deux méthodes d'étude des intégrales, d'étendre aux intégrales doubles celle que Cauchy avait donnée pour les intégrales simples; mais, la conclusion étant facile à tirer maintenant, je ne pense pas que personne songe jamais à étendre la méthode de Cauchy aux intégrales d'ordre quelconque.

» Je n'y songe pas davantage, quoique la chose pût paraître facile.

» Mais je crois devoir faire une exception en faveur de la belle théorie des résidus, qui constituera un titre permanent de gloire pour l'illustre maître dont personne ne saurait admirer plus que moi le génie exceptionnel et les merveilleuses ressources, puisqu'il m'a été donné de montrer qu'il savait résoudre les questions les plus ardues sans les embrasser, c'est-à-dire sans les envisager que par le plus petit côté.

» Je me bornerai à l'exemple d'une intégrale triple.

» Les idées sont d'autant plus faciles à exprimer, et plus nettes, que l'on se retranche davantage dans le domaine concret; on repasse d'ailleurs ensuite toujours aisément du point de vue concret au point de vue abstrait. Je supposerai donc qu'il s'agisse de l'intégrale qui exprimerait la masse d'un corps dont la densité en chaque point serait une fonction donnée des coordonnées de ce point.

» Soient x, y, z les coordonnées orthogonales d'un point de l'intérieur d'un corps, et D la densité du corps en ce point, laquelle sera donnée par une équation entre x, y, z et D. Supposons qu'on sache que cette densité devient infinie en chacun des points d'une surface $F(x, y, z) = 0$, de sorte que l'on pourra concevoir D exprimé par

$$D = \frac{\varphi(x, y, z)}{F(x, y, z)}.$$

Soit x_1, y_1, z_1 une solution de $F = 0$; si l'on pose

$$x = x_1 + X, \quad y = y_1 + Y, \quad z = z_1 + Z,$$

on en déduira

$$D = \frac{\varphi(x_1, y_1, z_1) + \ldots}{aX + bY + cZ + \ldots},$$

les termes non écrits au numérateur contenant en facteurs des puissances quelconques de X, Y, Z, ceux omis au dénominateur étant au moins du second degré par rapport à X, Y et Z, et $aX + bY + cZ$ désignant le premier membre de l'équation du plan tangent à la surface $F = 0$ au point x_1, y_1, z_1.

» La période de l'intégrale

$$\iiint dx\,dy\,dz\,\frac{\varphi(x, y, z)}{F(x, y, z)}$$

doit être le résidu de cette intégrale relatif à la surface $F = 0$, c'est-à-dire la valeur finie qu'elle pourrait acquérir sans que x, y et z eussent pris que

des valeurs infiniment peu éloignées de satisfaire à l'équation $F = 0$; et cette valeur de l'intégrale doit rester la même quel que soit l'ensemble fermé de valeurs attribuées aux variables, pourvu que cet ensemble enveloppe toujours le système des solutions de $F = 0$.

» Pour trouver ce résidu, il faudra constituer une portion définie de l'intégrale indéfinie $\Sigma D\,dx\,dy\,dz$, et chercher ensuite la quantité finie à laquelle se réduirait cette portion lorsqu'elle viendrait se confondre avec la masse de la surface $F = 0$, à laquelle on supposerait une épaisseur imaginaire infiniment petite.

» Pour y arriver, considérons une surface quelconque

$$F_1(x, y, z) = 0;$$

menons par tous les points x_1, y_1, z_1 de cette surface des parallèles à une droite quelconque $\frac{x}{\cos\alpha} = \frac{y}{\cos\beta} = \frac{z}{\cos\gamma}$, limitons ces parallèles à des points arbitrairement choisis, formant une autre surface $F'_1(x, y, z) = 0$, et concevons la masse de la portion du corps comprise entre les deux surfaces $F_1 = 0$ et $F'_1 = 0$: cette masse sera une portion définie de l'intégrale proposée.

» L'élément de cette portion sera le produit de l'intégrale $\frac{1}{\cos\gamma}\int D\,dz$, prise le long de la droite

$$\frac{x - x_1}{\cos\alpha} = \frac{y - y_1}{\cos\beta} = \frac{z - z_1}{\cos\gamma},$$

entre les z des points de rencontre avec les surfaces $F_1 = 0$ et $F'_1 = 0$, par l'élément ds_1 de la surface de base $F_1 = 0$, et par le cosinus de l'angle de la direction $\frac{x}{\cos\alpha} = \frac{y}{\cos\beta} = \frac{z}{\cos\gamma}$ avec celle de la normale en x_1, y_1, z_1 à $F_1 = 0$.

» Cet élément sera donc

$$\frac{1}{\cos\gamma}\,ds_1\,\frac{\cos\alpha\,\frac{dF_1}{dx_1} + \cos\beta\,\frac{dF_1}{dy_1} + \cos\gamma\,\frac{dF_1}{dz_1}}{\sqrt{\left(\frac{dF_1}{dx_1}\right)^2 + \left(\frac{dF_1}{dy_1}\right)^2 + \left(\frac{dF_1}{dz_1}\right)^2}}\int D\,dz.$$

» Ramenons maintenant la surface $F_1 = 0$ en coïncidence avec $F = 0$, comme on ne donnera plus à x, y et z que des valeurs différant infiniment peu respectivement des coordonnées des points de $F = 0$, D pourra être réduit à

$$\cos\nu\,\frac{\varphi(x_1, y_1, z_1)}{(a\cos\alpha + b\cos\beta + c\cos\gamma)\,z};$$

de sorte que l'élément de l'intégrale deviendra

$$\varphi(x_1, y_1, z_1)\,ds\,\frac{\cos\alpha\,\dfrac{dF}{dx_1} + \cos\beta\,\dfrac{dF}{dy_1} + \cos\gamma\,\dfrac{dF}{dz_1}}{\sqrt{\left(\dfrac{dF}{dx_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dy_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dz_1}\right)^2}} \int \frac{dz}{(a\cos\alpha + b\cos\beta + c\cos\gamma)\,z}.$$

» Si z croît de z_1 à une valeur quelconque, l'intégrale

$$\int \frac{dz}{(a\cos\alpha + b\cos\beta + c\cos\gamma)\,z}$$

prendra une valeur à laquelle on pourra ajouter

$$\frac{2\pi\sqrt{-1}}{a\cos\alpha + b\cos\beta + c\cos\gamma};$$

l'élément de l'intégrale triple pourra donc être augmenté de

$$\frac{2\pi\sqrt{-1}\,\varphi(x_1, y_1, z_1)}{a\cos\alpha + b\cos\beta + c\cos\gamma}\,ds\,\frac{\cos\alpha\,\dfrac{dF}{dx_1} + \cos\beta\,\dfrac{dF}{dy_1} + \cos\gamma\,\dfrac{dF}{dz_1}}{\sqrt{\left(\dfrac{dF}{dx_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dy_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dz_1}\right)^2}},$$

qui est l'élément de la période ou du résidu.

» Mais le plan tangent à $F = 0$ au point x_1, y_1, z_1 étant

$$ax + by + cz = 0,$$

a, b, c sont respectivement égaux à $\frac{dF}{dx_1}$, $\frac{dF}{dy_1}$, $\frac{dF}{dz_1}$; de sorte que l'expression précédente se réduit à

$$\frac{2\pi\sqrt{-1}\,\varphi(x_1, y_1, z_1)\,ds}{\sqrt{\left(\dfrac{dF}{dx_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dy_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dz_1}\right)^2}},$$

et que le résidu lui-même est représenté par

$$2\pi\sqrt{-1}\sum \frac{\varphi(x_1, y_1, z_1)\,ds}{\sqrt{\left(\dfrac{dF}{dx_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dy_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dz_1}\right)^2}},$$

cette intégrale devant être prise dans toute l'étendue de $F = 0$, si cette surface est fermée, ou s'étendre seulement à une portion de cette surface limitée par une courbe le long de laquelle $\varphi(x_1, y_1, z_1)$ serait nul.

» On pourrait remplacer ds par

$$dx_1\, dy_1\, \frac{\sqrt{\left(\frac{dF}{dx_1}\right)^2 + \left(\frac{dF}{dy_1}\right)^2 + \left(\frac{dF}{dz_1}\right)^2}}{\frac{dF}{dz_1}},$$

ce qui donnerait, pour la valeur du résidu,

$$2\pi\sqrt{-1}\int\int \frac{\varphi(x_1, y_1, z_1)\, dx_1\, dy_1}{\frac{dF}{dz_1}}. \text{ »}$$

THERMODYNAMIQUE. — *De la définition de la température dans la théorie mécanique de la chaleur et de l'interprétation physique du second principe fondamental de cette théorie;* Mémoire de **M. E. Mallard**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« L'étude des phénomènes calorifiques conduit à introduire dans la science deux quantités *sui generis,* la calorie et la température, que toute théorie doit nécessairement définir.

» La thermodynamique définit la calorie d'une manière très-nette; elle ne définit la température qu'indirectement et au moyen du théorème de Carnot; de là, la marche pénible et embarrassée de la théorie. Je me suis proposé de remédier à ce défaut.

» Dans la première partie du travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je démontre que le théorème de Carnot est identique au suivant : *La force vive moyenne d'un atome faisant partie d'un corps dont la température absolue est* τ *peut être exprimée par* $a\tau$, *a étant un coefficient spécifique qui ne peut dépendre que de la nature de l'atome.*

» Voici quelle est, sommairement exposée, la démonstration de cette proposition :

» Si nous produisons un changement d'état élémentaire dans un corps soumis à chaque instant à des forces extérieures qui font équilibre aux forces intérieures, nous aurons

$$d\mathfrak{T} + \mathrm{E}\,d\mathrm{Q} = d\Pi + d\Phi + d\Psi,$$

$d\mathfrak{T}$ étant la variation de travail extérieur, dQ la quantité de chaleur fournie au corps, $d\Pi$ la variation de la fonction potentielle correspondant au déplacement de la position moyenne de chaque atome, $d\Phi$ la variation de

l'énergie actuelle, et $d\Psi$ la variation de cette partie de l'énergie potentielle moyenne qui dépend de mouvement vibratoire. A cause de l'équilibre constant entre les forces extérieures et les forces intérieures, on a

$$d\mathfrak{T} = d\Pi,$$

et il reste

$$\mathrm{E}dQ = d\Phi + d\Psi.$$

» Au lieu de déterminer, suivant l'usage, l'état du corps à chaque instant par deux quantités telles que la pression p et le volume v, je suppose cet état déterminé par deux variables auxiliaires F et R, choisies de manière que

$$FR = 2\Phi, \quad Fd\mathrm{R} = d\Psi.$$

» Les lignes d'égale énergie seront alors des hyperboles équilatères

$$(1) \qquad FR = 2\Phi.$$

» Les lignes adiabatiques satisfont à l'équation

$$FdQ = Fd\mathrm{R} + d\Psi = 0,$$

ou

$$(2) \qquad FR^3 = \text{const.}$$

» Les équations (1) et (2) ayant mêmes formes que les équations de lignes isothermiques et adiabatiques pour les gaz parfaits, on en déduit des conséquences analogues; à savoir que si Q_0 est la quantité de chaleur fournie au corps dans un cycle analogue à celui de Carnot, suivant la ligne d'égale énergie Φ_0, et Q_1 la quantité de chaleur dépensée par le corps pendant ce cycle suivant la ligne d'égale énergie Φ_1,

$$\frac{Q_0}{Q_1} = \frac{\Phi_0}{\Phi_1}.$$

» Supposons Q_0 et Q_1 infiniment petits, ainsi que les arcs des lignes d'égale énergie qui leur correspondent. Menons par le point d'intersection de la ligne d'égale énergie Φ_0, et de la ligne adiabatique de gauche un arc infiniment petit d'une courbe isotherme s'arrêtant à la ligne adiabatique de droite; faisons la même construction pour le point d'intersection de la courbe d'égale énergie Φ_1 et de la ligne adiabatique de gauche. Les quantités de chaleur Q'_0 et Q'_1 qu'il faudra respectivement fournir et soustraire au corps suivant les arcs isothermes ainsi tracés seront, en vertu du théorème de

Carnot, liés par la relation

$$\frac{Q'_0}{Q'_1} = \frac{\tau_0}{\tau_1},$$

τ_0 et τ_1 étant les températures absolues correspondant à chacune des lignes isothermes.

» Or on démontre aisément que Q_0 et Q'_0, Q_1 et Q'_1 ne diffèrent respectivement que de quantités infiniment petites du second ordre. On a donc

$$\frac{Q_0}{Q_1} = \frac{Q'_0}{Q'_1} = \frac{\tau_0}{\tau_1} = \frac{\Phi_0}{\Phi_1},$$

d'où l'on déduit enfin la relation générale entre l'énergie actuelle moyenne Φ et la température absolue τ

$$\Phi = \beta\tau,$$

β étant un coefficient spécifique qui ne peut dépendre que de la nature du corps.

» Cette équation, vraie pour un corps ou portion de corps quelconque, l'est encore pour un atome. D'où le théorème énoncé plus haut.

» Dans la seconde partie de mon travail, je démontre que si, comme l'expérience l'indique, l'état d'un corps est déterminé lorsque, l'arrangement atomique produit par un certain équilibre entre les forces extérieures et les forces intérieures étant connu, on donne une seule quantité, la température, cela provient de ce que les atomes, au lieu d'être seulement en présence les uns des autres, sont soumis à l'influence de l'éther, c'est-à-dire d'un fluide dont la période vibratoire a une durée extrêmement petite par rapport à la durée de la vibration atomique.

» Je montre que les $3n$ expressions qui déterminent les forces vives moyennes des n atomes, constituant un corps quelconque, renferment $3n$ constantes arbitraires, et qu'ainsi ces forces vives sont indépendantes de l'arrangement atomique et des forces mutuelles des atomes. Elles ne dépendent donc que de l'action de l'éther, de sorte que les atomes du corps vibrent comme si, le corps étant complétement désagrégé, les atomes, plongés au sein de l'éther, n'exerçaient plus aucune action les uns sur les autres.

» J'en conclus, par des considérations fort simples, que, si φ représente la force vive moyenne d'un atome ou celle du centre de gravité d'un système quelconque d'atomes en équilibre de température, on a

(3) $$\alpha\varphi = f(\tau)$$

α étant un coefficient spécifique et $f(\tau)$ une fonction de la température absolue qui est la même pour tous les atomes ou systèmes d'atomes.

» Enfin de la valeur, connue expérimentalement, de la force vive du centre de gravité de la molécule d'un gaz parfait quelconque, je déduis que α est le même pour tous les atomes ou systèmes d'atomes, et que l'équation (3) peut se mettre sous la forme

$$\varphi = a\tau,$$

a étant une constante qui joue, par rapport à la température, un rôle analogue à celui de l'équivalent mécanique par rapport à la calorie.

» C'est, avec un degré de généralité de plus, la conséquence que j'avais déduite du théorème de Carnot, qui se trouve ainsi, pour la première fois, je crois, démontré rationnellement.

» Ampère, dans une Note remarquable, insérée en 1835 dans le t. LVIII des *Annales de Chimie et de Physique*, avait indiqué des idées analogues à celles que je développe dans mon Mémoire.

» Dans un autre travail, j'indiquerai quelques-unes des conséquences les plus importantes que l'on peut déduire de ma théorie. J'insisterai particulièrement sur celles qui ont trait à la théorie du volume atomique des corps, théorie fort importante pour la Chimie et la Minéralogie, et dont l'étude a été le point de départ de mes recherches sur la Thermodynamique. »

PHYSIOLOGIE. — *Du rôle des gaz dans la coagulation du lait et la rigidité musculaire.* Mémoire de **MM. Ed. Mathieu** et **D. Urbain** (Extrait par les auteurs). — (Laboratoire de l'École centrale.)

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Cl. Bernard.)

« La plupart des substances azotées de l'économie animale, soustraites à l'influence de la vie, subissent une série de transformations dont le premier terme est connu sous le nom de coagulation. Ce changement d'état, qui doit aboutir à la putréfaction, est un phénomène d'ordre chimique ; le lait et les muscles permettent d'en suivre les phases successives.

» La coagulation du lait et la rigidité des muscles présentent de nombreuses analogies : dans les conditions habituelles, la caséine et la musculine éprouvent cette première altération dans un milieu donnant la même réaction, et dont l'acidité, due au même acide, est précédée d'une oxydation. Pour les muscles, il est admis que les oxydations qui se produisent pendant la vie continuent après la mort; mais, pour le lait, une oxydation n'est rien moins que démontrée.

» L'analyse des gaz contenus en dissolution dans le lait accuse une proportion d'oxygène qui oscille entre $0^{cc},20$ et $0^{cc},40$ pour un décilitre, et une proportion d'acide carbonique de 4 centimètres cubes à 18 centimètres cubes, qui augmente avec le temps. La faible quantité d'oxygène dissous dans le lait pouvait dépendre d'une absorption incessante de ce gaz, en rapport avec le volume croissant de l'acide carbonique; mais ce n'était là qu'une indication, les preuves directes étaient à rechercher. Quelques centimètres cubes de lait, abandonnés dans une éprouvette renversée sur le mercure, au contact d'une quantité d'air limitée, enlèvent peu à peu à celui-ci l'oxygène qu'il renferme, et dégagent une quantité à peu près équivalente d'acide carbonique. Cette véritable combustion est favorisée par une température tiède.

Quantités de gaz absorbées et éliminées par 10 *centimètres cubes de lait.*

	Température à 10 degrés.					T. 18°.	T. 32°.
	En 2^h.	En 18^h.	En 48^h.	En 3^j.	En 8^j.	En 24^h.	En 24^h.
	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
O absorbé.......	0,90	1,32	1,75	2,46	5,66	2,62	5,00
CO^2 dégagée.....	traces	0,40	1,20	2,20	6,00	3,21	5,82

» Pouvait-on rattacher cette oxydation au phénomène de la coagulation? Si la relation existait, aucune coagulation ne devait se produire en l'absence de l'oxygène. Du lait, des portions de muscles, de petits animaux ont été abandonnés dans le vide, il en est résulté un retard manifeste dans la coagulation par les températures froides, moins marqué par les températures estivales. L'oxygène ne paraissait pas indispensable à la coagulation; mais, en recueillant les gaz dégagés dans le vide, on trouve de l'hydrogène et de l'acide carbonique dans le rapport de 10 à 12 centimètres cubes d'acide carbonique pour 1 centimètre cube d'hydrogène. Cette proportion exclut la fermentation butyrique, dont l'acide du reste n'a pas été retrouvé, et ces produits gazeux impliquent une dissociation des éléments constitutifs de la matière organique. Les oxydations qui accompagnent le développement de l'acidité et de la coagulation avaient pu se produire. On doit donc considérer l'absorption de l'oxygène comme la cause de l'acidité qui s'observe normalement.

» L'acide lactique, en effet, qui se rencontre dans le lait et dans les muscles coagulés à l'air ou dans le vide, est un produit d'oxydation du sucre. Une solution de glucose ou de lactose, à laquelle on ajoute un fragment de caséine, ou bien des *penicillium*, se transforme en acide lactique en absorbant de l'oxygène et en dégageant de l'acide carbonique.

10 *centimètres cubes d'une solution de lactose en fermentation à l'air* (*temp.* 18°).	En 24 heures.	En 2 jours.	En 3 jours.	En 4 jours.	En 7 jours.
	cc	cc	cc	cc	cc
O absorbé...	0,76	0,70	2,50	5,73	9,10
CO^2 dégagé...	0,17	0,54	2,15	3,90	7,90

Lactose en fermentation dans le vide.	En 7 jours.	7 jours après.	En 10 jours.
	cc	cc	cc
Gaz dégagés { H....	2,00	1,00	3,00
Gaz dégagés { CO^2...	9,00	5,80	10,40

» Cette oxydation se produit même dans le vide, mais avec dégagement d'hydrogène.

» L'oxydation du sucre et sa conversion en acide lactique peuvent non-seulement être provoquées par un agent de fermentation, mais résulter de l'action directe d'une substance oxydante. Du sucre de lait en dissolution, auquel on ajoute peu à peu du permanganate de potasse et qu'on maintient à la température de zéro, donne naissance à de l'acide lactique. Il se forme du carbonate, en même temps que du lactate de potasse; celui-ci peut être séparé du lactose employé en excès, en reprenant par l'alcool. Si l'action du permanganate est moins ménagée, on obtient du formiate de potasse, ou même simplement du carbonate de cette base.

» Les acides lactique et carbonique, produits de l'oxydation du sucre, pouvaient être la cause de la coagulation du lait et aussi de la rigidité cadavérique, par accumulation dans les muscles après l'arrêt de la circulation. Une vérification portant sur un composé aussi complexe que le tissu musculaire était peu praticable, mais on pouvait la tenter sur de la caséine bien lavée et dégraissée. Si l'acide lactique était l'agent de la coagulation du lait, il devait se retrouver dans le caséum, car les acides minéraux entrent dans la constitution de la caséine qu'ils ont précipitée.

» On peut déceler par plusieurs procédés l'acide lactique dans la caséine coagulée spontanément; nous les énumérons tous, car chacun d'eux donne des indications sans permettre un dosage exact.

» L'acide azotique bouillant peut transformer l'acide lactique contenu dans un caséum normal en acide oxalique; celui-ci a des caractères faciles à reconnaître. On les obtient avec une caséine d'origine spontanée, mais non avec une caséine précipitée artificiellement par un acide autre que l'acide lactique.

» On sait que l'acide lactique, traité par l'acide sulfurique, dégage de l'oxyde de carbone. Cette réaction peut encore être appliquée; mais la caséine pure, l'albumine, etc., dégagent également de l'oxyde de carbone sous l'influence de l'acide sulfurique bouillant. Seulement, tandis qu'un gramme de caséine lactique donne 130 à 140 centimètres cubes environ

d'oxyde de carbone, une caséine acétique ou sulfurique n'en donne que 84 à 86 centimètres cubes.

» Enfin on peut retirer l'acide lactique en nature d'une caséine précipitée spontanément, soit en opérant par distillation, la caséine étant au préalable redissoute par la potasse, puis additionnée d'un léger excès d'acide sulfurique, soit en traitant simplement la caséine normale par l'alcool. Peu à peu l'alcool se substitue à l'acide lactique et celui-ci se dissout dans la liqueur. On reconnaît sa nature en saturant le liquide par du carbonate de zinc et en évaporant. L'alcool peut servir également à retrouver les acides organiques, acétique ou tannique, qui ont servi à la coagulation, mais non les acides minéraux.

» Malgré les preuves qui s'accumulent pour faire ranger la coagulation des substances albuminoïdes parmi les phénomènes purement chimiques, on a fait certaines objections à cette manière de voir.

» On peut coaguler un lait rendu alcalin en y laissant macérer quelque temps une membrane animale, et en le maintenant à une température de 50 à 60 degrés; par suite, la coagulation serait sans relation avec l'acidité du lait. Deux simples remarques renversent cette objection. D'abord un lait très-récent, mélangé d'un sel alcalin, sulfate, chlorure, lactate, etc., se coagule immédiatement, dès qu'il est chauffé, l'acide du sel se combinant avec la caséine. Ensuite une membrane animale convertit très-rapidement, à une douce température, le sucre de lait en acide lactique, même dans un milieu alcalin. Par conséquent la coagulation, dans l'expérience citée, peut se produire, puisque l'acide lactique dont on a déterminé la formation n'est que masqué par l'alcali surajouté au lait.

» Une haute autorité scientifique a soulevé une difficulté de même ordre, à l'occasion de la rigidité musculaire. Les animaux qui meurent d'inanition, ou d'une autre mort détruisant la matière glycogène et le glucose dans l'organisme, sont pris, immédiatement après la mort, de rigidité, avec une alcalinité très-manifeste et persistante des muscles.

» Nous ne pouvons spécifier l'acide qui détermine la coagulation musculaire, les expériences directes nous font défaut. Si ce n'est l'acide lactique, ce peut être l'acide carbonique; la globuline, par exemple, est coagulée à froid par l'acide carbonique. Quant à l'alcalinité du tissu musculaire qui peut accompagner sa coagulation, nous sommes en mesure de démontrer qu'elle est encore le résultat d'une oxydation.

» La fermentation dite alcaline d'une substance albuminoïde, privée de matières sucrées, est caractérisée par une absorption d'oxygène, un déga-

gement d'acide carbonique et une production d'ammoniaque très-marquée. A la température ambiante, une solution de caséine pure, additionnée d'un des agents de la fermentation lactique (*penicillium*), et placée dans une atmosphère limitée, a absorbé en sept jours $8^{cc},80$ d'oxygène et dégagé $5^{cc},17$ d'acide carbonique. Sa réaction était très-alcaline, cependant elle s'est coagulée partiellement. Par conséquent, à défaut de sucre, les substances azotées peuvent s'oxyder et éprouver, bien qu'ammoniacales, le phénomène de la coagulation. »

ZOOLOGIE. — *Recherches anatomiques sur les Limules.* Mémoire de **M. Alph.-Milne Edwards**, présenté par M. E. Blanchard. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard.)

« Le 26 juin 1869, j'ai communiqué à la Société philomathique la première partie d'un travail que je venais de faire sur l'anatomie des Limules, et un court extrait en a été inséré dans le *Bulletin* de cette Compagnie savante et dans le *Journal de l'Institut*. Ce Mémoire, accompagné de nombreux dessins, devait être imprimé peu de temps après ; mais les circonstances malheureuses où la France s'est trouvée en 1870 et 1871 en ont arrêté la publication ; ce n'est qu'aujourd'hui qu'il m'est possible de le faire paraître en entier.

» Les premières notions que nous ayons sur l'organisation intérieure des Limules datent de 1828 et sont dues à Straus-Durckheim. Dix ans après, van der Hœven publia sur l'ensemble de ce groupe une monographie faite avec un très-grand soin ; mais toute la partie anatomique de son travail, étudiée à l'aide d'individus conservés dans l'esprit-de-vin, laisse beaucoup à désirer, et l'on y remarque de graves erreurs, presque impossibles, d'ailleurs, à éviter dans les conditions où cet auteur se trouvait.

» Vers la même époque, Duvernoy ajouta quelques détails à ce que l'on savait déjà sur l'appareil respiratoire des Limules ; en 1855, M. R. Owen a inséré dans ses leçons sur l'anatomie des invertébrés divers faits relatifs à la structure de ces singuliers Arthropodes, et tout récemment un journal anglais annonçait que ce savant illustre avait repris l'étude du même sujet, mais son travail n'est encore connu que par un extrait publié en 1871. Quelques points relatifs à l'histologie des Limules ont été traités par M. Gegenbaur, et des travaux d'un très-grand intérêt, sur les mœurs de ces animaux, sur leur embryologie et sur leurs affinités zoologiques ont été publiées par MM. Lockwood, Packard, Dorhn, E. van Beneden. Enfin

M. Woodward a présenté dans plusieurs Mémoires consécutifs des considérations très-intéressantes sur les relations des Limules avec les Trilobites, les *Pterygotus* et divers animaux articulés, dont les débris se trouvent à l'état fossile dans les terrains silurien, dévonien et carbonifère.

» Je n'ai pas l'intention de discuter ici les questions relatives aux affinités zoologiques qui peuvent exister entre les Limules et les espèces éteintes des périodes géologiques anciennes. Mes observations portent sur l'anatomie de ces animaux et principalement sur la constitution de leur appareil circulatoire et sur la structure de leur système nerveux.

» L'appareil circulatoire des Limules est plus parfait, plus compliqué que chez aucun autre animal articulé. Le sang veineux, au lieu d'être répandu dans des lacunes interorganiques comme chez les Crustacés, est, dans une portion considérable de son parcours, renfermé dans des vaisseaux particuliers à parois parfaitement distinctes des organes adjacents, naissant souvent par des ramifications d'une délicatesse remarquable et se rendant dans des réservoirs bien circonscrits pour la plupart. Le liquide nourricier passe de ces réservoirs dans les branchies, et, après avoir traversé ces organes respiratoires, arrive, par un système de canaux branchio-cardiaques, dans une chambre péricardique, puis pénètre dans le cœur, dont les dimensions sont extrêmement considérables. Il est ensuite lancé dans des artères tubulaires à parois résistantes, dont la disposition est des plus complexes, dont les anastomoses sont fréquentes et dont les ramifications terminales sont d'une ténuité et d'une richesse merveilleuses; en s'aidant du microscope, on les retrouve encore avec leurs contours bien définis jusque dans la substance des membranes les plus fines et les plus transparentes, par exemple, dans les tuniques intestinales, et même dans le plancher de la chambre péricardique; on les voit aussi, en employant des grossissements suffisants, au milieu des fibres musculaires primitives qu'elles n'égalent même pas en diamètre, et quelques-unes de celles que j'ai mesurées avaient moins de $\frac{1}{100}$ de millimètre de calibre.

» Une des singularités les plus frappantes de cet appareil vasculaire consiste dans ses relations avec le système nerveux.

» En effet, l'artère abdominale constituée par la réunion des deux crosses aortiques engaîne la totalité de la chaîne ganglionnaire; la plupart des nerfs sont logés dans les branches qui naissent de ce vaisseau médian.

» Ces relations de l'appareil de l'innervation avec le système artériel des Limules avaient été aperçues, mais très-incomplétement, par M. Owen, et sont plus intimes que ne semble le penser cet anatomiste éminent. Effecti-

vement, la chaîne nerveuse de ces animaux n'est pas simplement enveloppée par le réservoir sanguin ventral et accolée à lui de façon à en être difficile à distinguer; elle y est incluse, et ce réservoir ne consiste pas en une simple lacune interorganique due à la disparition des parois artérielles dans cette portion de l'économie animale.

» Ce n'est pas un cas de juxtaposition des nerfs et des artères, c'est un engaînement complet des premiers par les secondes. Les nerfs destinés aux téguments font seuls exception; ils sont libres, et les parois vasculaires ne les accompagnent que jusqu'à une très-petite distance de leur origine.

» Les principaux troncs artériels débouchent les uns dans les autres à plein canal, de façon que le sang peut parcourir un cercle circulatoire complet sans passer par les veines. Ces voies de communication sont larges et faciles, mais il en existe d'autres qui sont constituées par les capillaires terminaux du système artériel et qui se continuent avec les racines du système veineux. Celui-ci est formé en partie par des lacunes interorganiques, en partie par des vaisseaux tubulaires à parois parfaitement distinctes et offrant tous les caractères de veines proprement dites. Ce dernier mode d'organisation existe partout dans la substance du foie. Les veines hépatiques débouchent dans un gros tronc situé, de chaque côté, à la partie ventrale du corps et donnant naissance aux vaisseaux afférents des branchies. Les muscles circonvoisins sont disposés de manière à agir sur ces troncs veineux, et peuvent en déterminer alternativement la contraction ou la dilatation. Le sang, qui à l'aide de ce mécanisme a traversé l'appareil respiratoire, passe ensuite dans le réservoir péricardique.

» L'origine des nerfs qui se rendent aux différents appendices permet de déterminer les homologies de ces parties et d'établir que chez les Limules il n'y a pas d'antennes, ainsi que l'avaient supposé quelques anatomistes. Enfin j'ajouterai que le système ganglionnaire viscéral ne se compose pas seulement de ganglions stomatogastriques et angéiens, en connexion avec le collier œsophagien; il y a aussi de petits centres nerveux rattachés à la chaîne ganglionnaire et fournissant des branches à la portion terminale du tube digestif. »

MÉDECINE. — *Note sur une nouvelle méthode de traitement des fièvres intermittentes;* Note de **M. DÉCLAT** (Extrait).

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Les faits que j'ai déjà pu recueillir, pour établir l'efficacité de la médication dont j'ai eu l'honneur d'entretenir plusieurs fois déjà l'Académie, sont au nombre de vingt-neuf; tous sont relatifs à des fièvres intermittentes qui souvent avaient déjà causé des désordres propres à l'infection paludéenne invétérée, et qui, toujours, avaient résisté à la médication quinique.

» Toutes ces fièvres avaient été contractées dans des contrées où la maladie est endémique et souvent très-grave : les unes en Sologne, les autres en Provence, une à Anvers, une dans les Principautés danubiennes, et dont le sujet est le prince Ghika, plusieurs en Algérie, une au Sénégal, deux dans les Indes; enfin un grand nombre de fièvres, qui ne sont pas comprises dans les vingt-neuf dont j'ai recueilli les observations, ont été traitées, d'après ma méthode, à Java, par un de mes amis, et avec le même succès.

» La fièvre a disparu, non pas après des mois ou des semaines de traitement, mais bien après quelques jours, parfois après une seule administration du médicament.

» La médication nouvelle n'agit pas seulement avec promptitude, elle agit presque infailliblement, et si, en thérapeutique, il ne fallait toujours réserver l'avenir, je dirais infailliblement (car jusqu'à présent je n'ai pas encore trouvé un cas rebelle, quoique j'en aie traité d'à peu près aussi graves qu'il soit possible d'en voir). Elle me paraît présenter les avantages suivants :

» Le médicament peut être administré à tous les moments de la maladie, même pendant un accès. Cet avantage peut devenir tout à fait capital, dans les cas de fièvre pernicieuse, où il arrive parfois que le premier accès est à peine terminé quand le second commence, et qu'on n'a pas le temps d'administrer le sulfate de quinine et surtout de le faire absorber et agir.

» Il ne peut exister aucune contre-indication à l'emploi de la méthode; quel que soit l'état du système nerveux ou des voies gastro-intestinales, le médicament n'en sera pas moins bien absorbé et n'en agira pas moins avec la même efficacité et la même promptitude.

» Le cerveau et les voies gastriques, qui sont si fréquemment affectés d'une manière fâcheuse, ne le sont jamais de la même façon par la médication nouvelle; tout au contraire, quand les fonctions digestives sont trou-

blées par la fièvre, elles se remettent, en général, promptement sous l'influence de l'acide phénique.

» J'ajouterai à ces divers avantages la promptitude de la guérison, la modicité du prix de revient, et la facilité de l'application d'un remède assez inoffensif pour être administré par tout individu doué de quelque intelligence.

» Si ces avantages sont appréciés par les médecins ou seulement par les personnes intelligentes des pays à marécages, je ne crains pas de prédire que toutes les fièvres intermittentes seront coupées à leur racine, en attendant que les progrès de l'hygiène publique et les travaux de la paix les suppriment entièrement, en en faisant disparaître la cause.

» Quant à la médication, elle consiste à pratiquer, à l'aide d'une seringue *ad hoc*, sous la peau de la poitrine, du ventre, de la partie interne des cuisses, les injections phéniques sous-cutanées, que j'emploie avec des succès si remarquables dans plusieurs maladies. Voici les doses auxquelles je me suis arrêté :

» Le premier jour du traitement, je pratique quatre injections de 100 gouttes (ou 5 grammes) d'eau phénique à 1 centième. Le lendemain j'en pratique trois, et enfin le surlendemain deux.

» La première opération diminue toujours la fièvre et souvent la guérit définitivement. La seconde est quelquefois une opération de précaution, et la troisième l'est presque toujours.

» C'est par précaution aussi, mais par une précaution que je ne regarde cependant pas comme inutile, que je prescris tous les jours, pendant quelques semaines, surtout quand il y a des symptômes de cachexie et des engorgements viscéraux prononcés, de 20 à 50 centigrammes d'acide phénique pur, soit dans l'eau sucrée, soit dans un sirop spécial. »

M. Delage adresse un nouveau Mémoire sur le terrain tertiaire de Lormandières.

L'auteur arrive à cette conclusion, que la partie inférieure du bassin doit être séparée du terrain miocène. Si l'on examine les fossiles trouvés à Lormandières, on voit qu'il y en a un plus grand nombre appartenant au calcaire grossier qu'aux sables moyens.

L'auteur se propose d'étudier maintenant les terrains qui sont placés entre les faluns et la première des couches qu'il a examinées.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. LALIMAN, M. A. VIDAL adressent divers documents relatifs à la question du *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission.)

M. J. BILLET, M. A. BRACONNIER, M. C. DEPPE, M. J. CHAMARD adressent diverses Communications relatives à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Bouchut*, portant pour titre : « Histoire de la Médecine et des doctrines médicales (2e édition) » ;

2° La 3e édition du « Traité élémentaire de Chimie » de M. *L. Troost*;

3° Une brochure de M. *É. Fernet*, intitulée « Notions générales sur la théorie mécanique de la chaleur. Appendice à la 4e édition du Traité de Physique élémentaire de MM. Drion et Fernet ».

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL relève une erreur qui avait été commise dans le *Compte rendu* du 4 novembre (p. 1092), au sujet de la publication faite par le Gouvernement italien de « l'Essai sur l'œuvre de Léonard de Vinci ». Cet ouvrage avait été adressé à l'Académie, non pas par M. le prince Boncompagni, qui a lui-même signalé cette rectification, mais par M. le comte Belgiojoso, président du Comité de publication.

M. LE RECTEUR DE L'UNIVERSITÉ IMPÉRIALE DE LA NOUVELLE RUSSIE adresse à l'Académie la collection des travaux scientifiques publiés jusqu'à ce jour par cette Université. Il lui adressera également, à l'avenir, les publications qu'elle fera paraître.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE adresse, pour les archives de l'Institut, un exemplaire de la médaille commémorative de la découverte des protubérances solaires.

L'Académie reçoit des lettres de remercîments de MM. *Chassagny*, *de*

Clermont, Colin, Coze et *Feltz, E. Decaisne, Duclaux, Duquesnel, Goldenberg* fils, *Gréhant, Guibal, Husnot, Issel, Maurice Levy, Mac-Andrew, Personne, Schützenberger, Léon Vaillant,* pour les récompenses qui leur ont été décernées dans la dernière séance publique. (Concours de 1870 et Concours de 1871).

GÉODÉSIE. — *Note relative au prolongement de la méridienne de France et d'Espagne en Algérie; par* **M. A. Laussedat.**

« Il y a plus de quatorze ans, au retour d'une mission en Espagne, où j'étais allé assister à la mesure de la base de Madridejos, devenue célèbre dans l'histoire de la Géodésie moderne, j'adressais à M. le Ministre de la guerre un rapport étendu dont un extrait, concernant seulement les travaux effectués en 1858, a été publié dans les *Comptes rendus* des séances de l'Académie des Sciences (1).

» Au nombre des autres questions traitées dans ce Rapport se trouvait celle du prolongement de la méridienne de France et d'Espagne en Algérie, dont M. le capitaine Perrier vient d'entretenir récemment l'Académie.

» J'exposais à ce sujet les motifs qui me permettaient d'affirmer que la méridienne qui traverse les deux pays pourrait être prolongée jusqu'en Algérie et ces motifs étaient bien simples: je tenais en effet de plusieurs officiers très-dignes de foi, qui avaient résidé pendant longtemps dans la province d'Oran, qu'ils avaient vu assez souvent à l'œil nu les dentelures de la sierra Nevada, des hauteurs situées à l'ouest et au sud-ouest du chef-lieu de la province. Je pourrais citer, entre autres, MM. le général Prudon, le colonel de Loqueyssie et le colonel Karth. Ce dernier, à qui l'on doit les nombreuses et excellentes reconnaissances qui ont permis de compléter les cartes provisoires de l'Algérie, avait même nettement distingué de plusieurs stations, à droite et à gauche de l'embouchure de la Tafna, des points couverts de neige, ce qu'il avait pu constater à l'aide d'une petite lunette.

» J'ajoutais, dans mon Rapport, qu'après en avoir conféré avec les officiers espagnols, aussi désireux que nous puissions l'être de faire servir leurs travaux à l'étude de la figure de la Terre et aux progrès de la physique du globe, rien ne semblait s'opposer à la réalisation d'un projet dont je demandais avec instance au Ministre de m'autoriser à préparer l'exécution.

» Ce rapport a passé sous les yeux de M. Le Verrier, à qui M. le maréchal

(1) T. XLVIII, p. 493.

Vaillant, alors Ministre de la guerre, l'avait adressé et dont je pourrais au besoin invoquer le témoignage, en lui rappelant qu'il m'avait fait demander d'en conférer avec lui. M. Le Verrier, qui admettait parfaitement la possibilité de l'opération, m'avait engagé néanmoins à proposer auparavant la vérification de la base de Perpignan et la révision d'une grande partie de la méridienne de France.

» J'ignore si M. le maréchal Vaillant a adressé, comme il m'avait dit qu'il était convenable de le faire, mon Rapport et les propositions qu'il contenait au Dépôt de la guerre, dont le directeur pouvait seul provoquer la reprise des travaux géodésiques de cette importance. Toujours est-il que sept ans plus tard, en 1865, M. le colonel Levret publiait un Mémoire sur le projet principal que j'avais traité. Je lisais, non sans quelque surprise, dans ce Mémoire les lignes suivantes :

« Mais c'est peu de concevoir et d'annoncer un tel projet si, pour lui donner un corps, on n'examine pas les moyens d'exécution, si l'on ne fait pas pressentir comment les difficultés seraient surmontées (1). »

» Il fallait bien que M. le colonel Levret, alors chef du service géodésique au Dépôt de la guerre, n'eût pas eu connaissance de mon Rapport, car il n'en parlait pas et se posait la question de savoir « si les trajectoires des rayons » visuels ne seraient pas arrêtées par la courbure de la Terre. »

» Or j'avais produit, d'après des renseignements positifs, cette preuve de fait, que les montagnes du sud de l'Espagne étaient visibles des environs d'Oran et de plusieurs stations.

» C'est à ce Mémoire que M. le capitaine Perrier fait allusion quand il dit, page 1237 du tome LXXV des *Comptes rendus*, que « M. le colonel Levret a songé le premier à porter directement la méridienne de France » d'Espagne en Algérie, sans s'astreindre à passer par le détroit de Gibraltar. »

» Je ne sais pas où M. le capitaine Perrier a vu que d'autres s'étaient crus obligés de passer par le détroit de Gibraltar. La citation qu'il fait lui-même d'un passage de l'Introduction au Recueil des observations géodésiques de Biot et d'Arago est cependant on ne peut plus explicite :

« Rien ne sera plus facile, y est-il dit, que de traverser la *Méditerranée par quelques triangles, en prolongeant notre chaîne* dans l'ouest, *jusqu'à la hauteur du cap de Gata ;* après quoi, remontant la côte d'Afrique jusqu'à Alger, etc. »

---

(1) Supplément au t. IX du *Mémorial du Dépôt de la guerre*, p. 87.

» M. le colonel Levret ne s'exprimait pas autrement, à mon sens, quand il disait, page 86 du Mémoire cité :

« Il faudrait d'abord se prolonger le long de la côte espagnole de la Méditerranée *jusque vers le cap de Gata;* là traverser la mer pour rejoindre, vers Oran, la chaîne parallèle au littoral, et se rattacher ainsi à Alger, etc. »

» Dans quel but et d'après quels indices M. le capitaine Perrier a-t-il supposé que « MM. Biot et Arago *avaient voulu dire* qu'on pourrait aisé» ment jeter *quelques triangles par-dessus le détroit de Gibraltar* pour passer » d'Europe en Afrique, et *suivre ensuite la côte depuis Ceuta* (qui est à » 300 kilomètres à l'ouest du cap de Gata) jusqu'à Alger? » J'avoue que, pour mon compte, j'ai toujours compris que MM. Biot et Arago voulaient franchir la Méditerranée *à la hauteur du cap de Gata,* c'est-à-dire au point même où MM. Levret et Perrier proposent avec moi de la traverser.

» Je n'ignore pas que l'Académie n'admet, dans les discussions scientifiques, que des pièces imprimées; aussi n'ai-je voulu, dans tout ce qui précède, que poser clairement la question, et dois-je me contenter, pour rectifier, en ce qui me concerne, l'assertion de M. le capitaine Perrier, de citer le passage suivant de l'avant-propos d'une traduction, que j'ai publiée en 1860, de l'ouvrage intitulé : *Expériences faites avec l'appareil à mesurer les bases, appartenant à la Commission de la carte d'Espagne* (1) :

« Les travaux entrepris en Espagne et ceux que l'état-major français exécute, de son côté, en Algérie pour la construction de la carte de cette colonie conduiront *prochainement,* il faut l'espérer, à la réalisation de cette idée (l'idée de Biot et d'Arago, de prolonger la méridienne de France et d'Espagne en Afrique). Les arcs réunis d'Angleterre, de France et d'Espagne, prolongés jusqu'au parallèle d'Oran et même un peu plus au sud, atteindraient une amplitude égale à celle de l'arc russo-scandinave, et l'on aurait ainsi les deux plus grandes mesures géodésiques que l'on puisse effectuer en Europe dans le sens des méridiens. »

» Il n'était pas encore question, à cette époque, du méridien de l'Europe centrale.

» Il me sera permis, je pense, de faire remarquer que le sens de cette phrase se trouve reproduit dans les conclusions de M. le capitaine Perrier, aussi bien que dans celles de M. le colonel Levret. Supposera-t-on qu'en m'exprimant comme je le faisais, à propos du prolongement de la méridienne de France et d'Espagne, j'admettais qu'il fallût attendre que le Maroc nous permît d'opérer sur son territoire, ou m'accordera-t-on que je

(1) Paris, 1860, Dumaine.

croyais à la possibilité de relier *directement* la triangulation espagnole avec la triangulation algérienne?

» Je serai le premier à reconnaître que l'étude de M. le capitaine Perrier démontre cette possibilité beaucoup plus sûrement qu'une simple affirmation, quelque bien fondée qu'elle fût d'ailleurs; mais je devais à nos savants voisins les officiers espagnols, qui ont depuis douze ou quatorze ans une place si distinguée dans la géodésie, je me devais à moi-même de ne pas laisser croire que, pendant la mission que j'ai accomplie en Espagne, nous n'aurions, ni eux ni moi, songé à prolonger en Algérie la méridienne commune aux deux pays, sans passer par le détroit de Gibraltar. Il n'a pas dépendu de nous que cette œuvre ne fût entreprise depuis plusieurs années.

» Je terminerai cette Communication par les extraits suivants d'une lettre que j'ai reçue ces jours derniers de M. le général Hañez, directeur de l'Institut géographique d'Espagne :

« Pour Mulhacen, M. Perrier a pu et dû sûrement le voir d'Algérie, mais j'ai des doutes au sujet de Sagra, et il n'y aurait qu'une reconnaissance très-détaillée, faite avec d'autres moyens que ceux dont M. Perrier disposait, qui pourrait conduire au projet de jonction *le plus favorable*, sous le rapport de la forme du réseau.

» Et plus loin :

« Nous sommes tous convaincus, depuis bien des années, de la possibilité de l'opération; nos travaux sont d'ailleurs entièrement terminés de ce côté et je n'attends que l'invitation du gouvernement français pour prendre part à l'opération, à la condition qu'elle soit *internationale*, c'est-à-dire que l'Institut géographique contribuera à l'effectuer au moyen de ses officiers, exercés, depuis près de vingt ans, aux grandes opérations géodésiques, au moyen de ses instruments perfectionnés, et en partageant la dépense. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un modèle de vernier de vernier; par* M. **Mannheim**.

« Pour mesurer une longueur avec approximation, on emploie une règle divisée en un grand nombre de parties égales, à laquelle on ajoute un vernier. La construction d'une pareille règle est difficile. Le tracé de ses nombreuses divisions est une opération longue, pendant laquelle une simple variation de température entraîne des différences, des inexactitudes. La lecture du vernier est pénible, à cause du rapprochement des traits de division qu'il porte.

» Afin d'avoir des traits écartés sur la règle et sur le vernier, tout en ne perdant pas l'avantage d'une approximation pour la mesure d'une lon-

gueur, on peut adopter la disposition du modèle (1) dont voici la description :

» On a employé le bois d'une règle à calcul portant deux rainures parallèles dans lesquelles glissent deux réglettes ; sur la réglette supérieure, on a fixé une pièce en bois, terminée en biseau vers la réglette inférieure.

» La portion R comprise entre les deux réglettes porte les divisions de la règle. La réglette inférieure V_1 porte les divisions d'un premier vernier. La pièce V_2, fixée sur la réglette supérieure, porte, sur son biseau, les divisions d'un nouveau vernier : ces divisions peuvent être amenées en regard de celles de V_1, à l'exception des deux traits extrêmes ; ceux-ci se trouvent sur deux biseaux, en retrait du premier et tels que ces deux traits extrêmes peuvent être amenés en regard des divisions de R.

» Le modèle porte deux exemples ; parlons d'abord du premier qui se trouve sur la partie qui est à gauche.

» R est divisé en centimètres.

» V_1 a été construit en partageant 9 centimètres en dix parties égales.

» V_2 a pour longueur 9 centimètres et 1 millimètre.

» V_2 comme V_1 est numéroté de gauche à droite, de 0 à 10.

» V_1 est un vernier ordinaire. Supposons qu'après l'avoir employé on ne trouve aucun de ses traits en coïncidence avec ceux de R ; cette coïncidence aurait lieu, par exemple, entre 7 et 8.

» La longueur à mesurer se compose alors d'un certain nombre de centimètres, de 7 millimètres et d'une fraction de millimètre.

» Pour apprécier cette fraction, on amène le trait 0 de V_2 en regard du trait de R qui se trouve près du trait 7 de V_1, et l'on cherche le trait de V_2 qui est en coïncidence avec un trait de V_1. Si, par exemple, c'est le trait 5 de V_2 qui est ainsi en coïncidence, on doit ajouter 5 dixièmes de millimètre au nombre déjà obtenu pour la mesure de la longueur dont on s'occupe.

» Dans l'exemple précédent, on peut être conduit à employer le trait 10 de V_2, qu'on amène en regard du trait 8 de V_1.

» Avec les verniers V_1 et V_2, qui ne portent en tout que 22 traits de division, nous avons donc mesuré une longueur à $\frac{1}{100}$ près d'une division de la règle.

---

(1) Ce modèle a été construit en 1857 ; il a été déposé dans les galeries du Conservatoire pendant le courant de cette même année. Depuis cette époque, je ne me suis plus du tout occupé du vernier de vernier.

» Je vais dire un mot maintenant du deuxième exemple placé sur la partie qui est à droite sur R.

» Cette règle R, dans ce nouvel exemple, porte huit grandes divisions. Chaque division est partagée en quatre parties égales. Si l'on suppose qu'une grande division représente un degré, la sous-division correspond à 15 minutes.

» V_1 a été obtenu en prenant quatorze de ces sous-divisions, que l'on a partagées en quinze parties égales.

» V_1 permet d'obtenir une mesure à $\frac{1}{15}$ près d'une sous-division de R, c'est-à-dire à 1 minute près.

» V_2 a pour longueur 12 divisions de V_1 plus le quinzième d'une sous-division de R : cette longueur a été partagée en douze parties égales.

» A l'aide de V_2 on obtient la mesure faite à $\frac{1}{12}$ près d'une minute, c'est-à-dire à 5 secondes près.

» Le dispositif adopté dans cet exemple permet donc d'effectuer une mesure avec l'approximation du $\frac{1}{180}$ d'une division de R.

» V_1 et V_2 ne sont pas nécessairement placés comme sur le modèle en bois. La disposition à choisir pour ces deux verniers dépend de l'instrument qui porte la règle divisée ou le cercle divisé.

» Le modèle en bois a simplement pour but de permettre de mieux montrer l'usage du vernier de vernier. »

PHYSIQUE. — *Sur les machines magnéto-électriques* Gramme, *appliquées à la galvanoplastie et à la production de la lumière.* Note de **M. Gramme.**

« En juillet 1871, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie un premier spécimen de mes machines magnéto-électriques. Je me propose, dans cette deuxième Note, de présenter les solutions pratiques pour la galvanoplastie et la production de la lumière.

» Pour produire des courants continus, je fais tourner un électro-aimant circulaire, à pôles conséquents, devant les pôles magnétiques d'un aimant quelconque, et je recueille les courants dans un plan perpendiculaire aux pôles.

» Mon électro-aimant mobile à pôles conséquents est composé d'une couronne en fer doux, ne présentant aucune saillie, sur laquelle s'enroule

un fil métallique continu. Ce fil métallique est divisé en une série de petites bobines, lesquelles sont reliées avec un faisceau cylindrique de lames également métalliques. Chaque bobine communique avec une de ces lames, et celles-ci sont séparées entre elles par une simple épaisseur de soie.

» Il est essentiel que la réunion des conducteurs forme un cylindre compact et que les isolants soient très-minces : sans cela la machine donnerait de fortes étincelles, et ne produirait que des courants insignifiants.

» La possibilité d'établir un nombre quelconque de pôles est la chose la plus saillante de mon invention. C'est elle qui permettra de produire, avec une seule machine, une série de courants distincts, et de fractionner, par exemple, la lumière électrique.

» Pour apprécier exactement les effets obtenus par un électro-aimant mobile, agissant devant un aimant de puissance connue, j'ai construit mes spécimens avec deux pôles seulement.

» *Machine à galvanoplastie.* — La machine à galvanoplastie, qui depuis quatre mois fonctionne dans les ateliers de M. Christofle, à Paris, est composée d'un arbre portant deux électro-aimants mobiles et de deux électro-aimants horizontaux à pôles conséquents.

» Elle a été calculée pour produire un dépôt de 600 grammes d'argent avec une vitesse de trois cents tours à la minute; elle pèse 460 kilogrammes. Le fil enroulé sur les électro-aimants fixes pèse 135 kilogrammes, et celui des électro-aimants mobiles 40 kilogrammes. La force nécessaire à la marche normale est d'environ 1 cheval-vapeur. La tension du courant produit est égale à celle de 2 éléments Bunsen ordinaires; la quantité correspond à 32 éléments.

» Les frotteurs ou recueilleurs de courants sont aussi d'un système tout nouveau; ils se composent d'un grand nombre de fils de cuivre maintenus ensemble par un lien qui leur donne la forme de pinceaux ou de balais plats. Cette partie accessoire de la machine est une invention à part, applicable à toutes les machines magnéto-électriques ou électro-magnétiques. Elle donne un contact d'une grande douceur et prévient les solutions de continuité résultant des vibrations et donnant des étincelles d'extra-courant rapidement destructives.

» A la vitesse de 275 tours, la machine a déposé 525 grammes d'argent à l'heure; à 300 tours, 605 grammes, et à 325 tours 675 grammes. Cette dernière vitesse était exagérée; elle produisait dans les bobines un échauffement

qui aurait pu altérer la machine si l'on avait continué longtemps le même régime.

» Voici un tableau comparatif des expériences faites par M. Christofle avec ma machine et avec une machine Wilde, en prenant des surfaces d'anodes différentes :

Machine Gramme.

Nos des expér.	Dates.	Dépôt total.	Temps du dépôt.	Surface d'anode.	Dépôt par heure.	Dépôt par heure et par mèt. carré.	Observations.
		gr	h m	mq	gr	gr	
1	27 août......	5973	7,50	5,3550	766	143	Vitesse 300 tours.
2	28 »	5905	7,50	5,3550	757	141	Mauvais dépôt.
3	29 »	5972	7,50	5,3550	766	143	Piqûres.
4	30 »	6117	7,50	5,3550	784	146	
5	6 sept......	1980	2,50	3,5700	707	198	Vitesse 300 tours.
6	6 »	1985	2,45	3,5700	722	202	Bon dépôt.
7	6 »	2014	2,45	3,5700	732	205	
8	7 »	1557	2,35	2,6775	603	225	Vitesse 300 tours.
9	7 »	1593	2,45	2,6775	581	217	Mauvais dépôt.
10	7 »	1540	2,40	2,6775	578	216	Grains.

Machine Wilde.

Nos des expér.	Dates.	Dépôt total.	Temps du dépôt.	Surface d'anode.	Dépôt par heure.	Dépôt par heure et par mèt. carré.	Observations.
		gr	h m	mq	gr	gr	
1	9 sept......	1481	3,30	2,6775	423	158	Vitesse 2400 tours.
2	9 »	1144	2,30	2,6775	457	170	
3	10 »	1481	3,05	2,6775	480	179	
4	10 »	1689	3,35	2,6775	472	176	

» Il paraît inutile de faire ressortir les avantages d'une vitesse huit fois moins considérable; je me contenterai de dire qu'après quatre mois de marche les conducteurs et les frotteurs sont encore en parfait état de conservation, et que la machine n'a pas exigé un centime d'entretien, à part le graissage des paliers.

» Bien que cette machine ne soit pas disposée pour le dépôt du cuivre, M. Christofle a fait quelques expériences sur ronde-bosse avec anode de plomb, que je consigne ici à titre de simples renseignements.

Dépôt de cuivre.

Numéros des expériences.	Dates.	Dépôt par heure.	Surface de l'anode insoluble.	Dépôt par heure et par mètre carré.
		gr	mq	gr
1	25 octobre.......	142	0,90	158
2	26 »	142	0,90	158
3	28 »	133	0,90	148
4	29 »	125	0,90	139
5	30 »	128	0,90	142
6	5 novembre.....	161	1,30	123
7	6 »	149	1,30	112

» *Machine à lumière.* — Le problème de la production de la lumière électrique est, comme on sait, tout différent; la tension de l'électricité doit être beaucoup plus considérable et la quantité beaucoup moindre que pour les décompositions chimiques. Ainsi, dans la machine que je viens d'essayer, la tension atteint 105 éléments Bunsen ordinaires, et la quantité se trouve réduite à 5 éléments.

» La disposition de cette machine est verticale, sa hauteur est de $1^m,25$, sa base ne mesure que $0^m,80$ sur $0^m,80$, son poids est d'environ 1 tonne.

» Comme la tension ne peut être obtenue que par la longueur du fil enroulé sur les électro-aimants, j'ai, pour économiser l'espace, établi trois électro-aimants fixes et trois bobines ou électro-aimants mobiles à pôles conséquents. Une des bobines développe le magnétisme dans les électro-aimants fixes, et les deux autres fournissent le courant qui produit la lumière.

» La première aimantation a eu lieu sans le secours de piles: c'est l'électricité terrestre qui a rempli cette mission, au moment où je préparais des éléments Daniell pour l'obtenir.

» Le fil enroulé sur les électro-aimants fixes pèse 250 kilogrammes, celui des trois bobines 75 kilogrammes.

» L'axe de la machine tournant à 300 tours par minute, avec une dépense d'environ 4 chevaux de force, j'ai obtenu une lumière égale à celle de 900 becs Carcel, c'est-à-dire une lumière artificielle plus intense qu'aucune produite jusqu'à ce jour.

» Les effets calorifiques correspondant à cette même vitesse de 300 tours présentent un véritable intérêt. J'ai pu rougir, sur une longueur de 12 mètres, un fil de cuivre de $\frac{7}{10}$ de millimètre de diamètre, et un fil de fer de $\frac{13}{10}$ sur 5 mètres de longueur. J'ai fondu ce même fil de fer de $\frac{13}{10}$ sur $2^m,50$ de longueur. »

PHYSIQUE. — *Suite aux Notes précédentes sur la connexion des clivages, des axes de cohésion et des axes de conductibilité thermique dans les cristaux.* Note de **M. Edm. Jannettaz**, présentée par M. Becquerel.

« De Sénarmont (1), auquel on doit de si belles recherches sur la position et les rapports des axes de conductibilité thermique, dans un certain nombre d'espèces minérales, a, comme on le sait, démontré par l'observation les principes suivants, dont plusieurs n'étaient encore établis que théoriquement par les géomètres.

» Si l'on chauffe un point d'une masse cristallisée, athermane, la chaleur se propage au travers de la masse; lorsque l'équilibre de température est constitué dans le cristal, les points de température égale sont situés sur une surface dont la forme varie avec le système cristallin de la substance.

» La surface est une sphère pour les cristaux cubiques. Dans les cristaux à un axe optique, elle prend la forme d'un ellipsoïde de révolution, dont l'équateur est perpendiculaire à l'axe. C'est un ellipsoïde dont les trois axes, généralement inégaux, coïncident avec les axes de symétrie dans les cristaux du système orthorhombique; c'est enfin un ellipsoïde dont un axe coïncide avec l'axe cristallographique perpendiculaire au plan de symétrie dans les espèces du système klinorhombique ou uni-oblique.

» Dans les cristaux du système bi-oblique, on ne sait pas, dans l'état actuel des connaissances, rattacher leur position à aucune ligne cristallographique par une relation simple.

» Quant au procédé employé par de Sénarmont, je rappellerai simplement l'application heureuse que l'illustre physicien minéralogiste a faite du procédé d'Ingenhousz à ses recherches expérimentales. Il couvrait de cire une plaque percée d'un trou; une tige traversant le trou était échauffée: la cire fondait; la ligne de fusion dessinait une courbe, qui était une section de l'ellipsoïde des conductibilités par les plans suivant lesquels il avait taillé les faces de la plaque.

» Je me suis proposé d'abord d'étendre ces recherches au plus grand nombre possible d'espèces minérales. Je n'aurais pu que rarement percer les plaques. J'ai modifié par conséquent le procédé de Sénarmont. Un fil de platine est replié sur lui-même; les deux extrémités libres du fil sont mises en rapport avec une pile; la partie opposée s'engage dans une petite boule de platine. Lorsque le courant passe, le fil s'échauffe, rougit même, si l'on

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXI, XXII, XXIII.

veut; la petite boule communique l'élévation de la température à un point d'une face d'un cristal, enduite de graisse, et l'on obtient une courbe.

» Le mieux est évidemment d'opérer, comme de Sénarmont, sur des sections principales; mais si l'on compare les résultats observés directement sur ces sections principales avec ceux que donne le calcul, en partant des mesures effectuées sur des sections quelconques, on voit le calcul et l'observation constamment d'accord.

» J'ai pu, avec cet appareil convenablement disposé, examiner avec le plus grand soin les rapports et la position des axes de conductibilité dans trente-sept espèces minérales. En y joignant trois espèces étudiées par de Sénarmont, et que je n'ai pu me procurer assez nettes, j'ai comparé dans plus de quarante espèces les clivages et les axes de conductibilité thermique. J'en ai vu jaillir nettement cette règle générale. Dans les cristaux à un axe, le grand axe des conductibilités est parallèle au clivage le plus facile; si la substance offre plusieurs clivages obliques, il faut les projeter parallèlement et normalement à l'axe. C'est suivant la plus grande des deux projections, l'une parallèle et l'autre perpendiculaire à l'axe principal, que se trouve dirigé le plus grand axe des conductibilités thermiques.

TABLEAU COMPARATIF *des clivages faciles ou plans de plus grande cohésion tangentielle, et des axes de conductibilité thermique dans les substances cristallisées, à un axe optique ou de plus grande symétrie.*

» Je prendrai toujours pour unité l'axe c, parallèle à l'axe du prisme; l'axe a perpendiculaire sera le numérateur du rapport;

A. *Espèces à grand axe des conductibilités horizontal.*

	Rapport moyen.	Système cristallin.	Clivages dominants.	Angle de l'axe et du clivage rhomboédrique.
Antimoine	1,591	rhomboédrique.	basique. / rhomboédrique.	52°52′57″
Bismuth	»	id.	id.	
Oligiste	1,1	id.	id.	32°37′43″
Tourmaline noire	1,165	id.	indistinct.	
Eudialyte	1,132	id.	basique.	
Pennine	1,1576	id.	id.	
Dolomie	1,05	id.	rhomboédrique.	47°46′52″
Giobertite	1,078	id.	id.	48°54′31″
Sidérose	1,065	id.	id.	48°26′05″
Mésitinspath	1,06	id.	id.	48°51′55″
Anatase	»	quadratique.	basique.	

B. *Espèces à grand axe des conductibilités vertical.*

	Rapport moyen des axes de conductibilité thermique.	Système cristallin.	Clivages dominants.	Angle de l'axe et des clivages rhomboédriques.
Corindon...........	0,9	rhomboédrique.	rhomboédrique.	32° 35′ 59″
Troostite de Francklin.	0,854	id.	prismatique.	
Chabasie............	0,984	id.	rhomboédrique.	38° 01′
Émeraude.........	»	hexagonal.	*basique.*	
Calcaire............	0,913	rhomboédrique.	rhomboédrique.	45° 23′ 23″
Apatite.............	0,963	hexagonal.	id.	
Pyromorphite.......	0,973	id.	id.	
Quartz.............	0,762	rhomboédrique.	rhomboédrique.	37° 46′ 53″
Rutile..............	0,8	quadratique.	prismatique.	
Cassitérite..........	0,79	id.	id.	
Zircon.............	0,9	id.	id.	
Idocrase............	0,94	id.	id.	
Paranthine..........	0,845	id.	id.	

» On voit : 1° que la règle s'applique nettement aux espèces qui suivent :

» α. Antimoine, bismuth, eudialyte, pennine, dolomie, giobertite, sidérose, mésitinspath, anatase, parmi les espèces à grand axe horizontal;

» β. Corindon, troostite, chabasie, quartz, rutile, cassitérite, zircon, idocrase, paranthine, parmi les espèces à grand axe vertical;

» 2° Que cette règle est indécise dans la tourmaline, l'apatite, la pyromorphite, à cause de leurs clivages indécis;

» 3° Qu'elle n'est pas suivie dans le calcaire et l'émeraude.

» Ces deux dernières substances, qui font seules exception, sont précisément celles qui offrent cette singularité de se contracter, l'une normalement, l'autre parallèlement à l'axe, comme l'ont démontré les travaux si remarquables de Dulong et de Mittscherlich pour la première, et ceux de M. Fizeau pour la seconde.

» La règle se maintient dans les espèces des cristaux à deux axes, et c'est dans une de ces espèces que je l'ai découverte, comme je l'ai dit dans mes deux Notes précédentes (1).

---

(1) Séances du 21 octobre et du 4 novembre. *Par erreur, les lettres* h^1 *et p ont été lues à l'envers sur la plaque ; il en est résulté une interversion des mots fibreux et vitreux.* Il suffit de rappeler que de Sénarmont a donné 15° 51′, comme angle du grand axe des conductibilités thermiques et du clivage vitreux (non pas fibreux), pour constater qu'il y a là

» Je pourrai présenter bientôt les résultats de mes recherches dans les cristaux de ces systèmes. J'y ai observé jusqu'ici une seule exception nette à ma règle : c'est dans l'orthose; on sait que M. Fizeau a signalé, dans cette espèce, deux directions où la substance se contracte au lieu de se dilater sous l'influence de la chaleur. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants accidentels qui naissent au sein des lignes télégraphiques dont un bout reste isolé dans l'air* (suite). Note de **M. Th. du Moncel.**

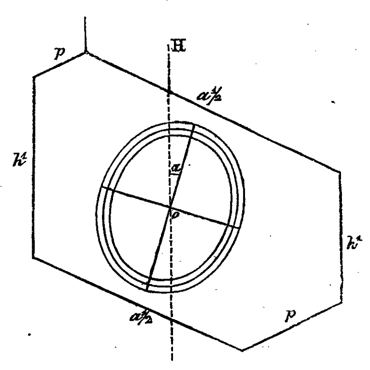
« Après avoir laissé parler les faits dans mes deux dernières Communications, je vais essayer de les rattacher les uns aux autres, de manière à jeter les fondements d'une théorie sur ces sortes de réactions jusqu'ici peu étudiées.

» Je commencerai par faire observer que les effets de la chaleur sur les

---

un *lapsus* matériel ; voici donc, enfin, la véritable position des axes des ellipses produites par les anneaux colorés, et de celle que donnent les conductibilités thermiques.

La figure ci-jointe représente un fragment d'une plaque de gypse, parallèle à g^1, le clivage



dominant, sur laquelle j'ai donné lieu par pression, à des anneaux colorés $a^{1}/_{2}$ (face z de Haüy), plan de jonction des deux cristaux lenticulaires.

h^1. Clivage vitreux : première direction de cohésion normale minima et de cohésion tangentielle maxima.

p. Clivage fibreux : deuxième direction de cohésion normale minima et de cohésion tangentielle maxima.

OH parallèle à h^1, faisant avec le grand axe de l'ellipse un angle α de 17 degrés.

La cohésion normale à p est plus grande sur le plan g^1 que la cohésion normale à h^1; c'est l'inverse pour les cohésions tangentielles. Donc celle des trois ellipses de cohésion, dont le grand axe est parallèle à h^1, est plus allongée que celle dont le grand axe est parallèle à p.

électrodes d'un couple hydro-électrique se produisent dans des conditions autres que dans un couple thermo-électrique. Il semble que *l'intervention d'un liquide autour de la lame chauffée et au sein du couple soit une condition indispensable à leur développement, et qu'une contexture spongieuse du milieu conducteur interposé leur soit éminemment favorable, malgré l'augmentation de la résistance du circuit qui en résulte*. On peut s'en convaincre par les expériences suivantes :

» 1° La poussière de grès pulvérisé à l'état sec ne conduit pas du tout les courants, et à l'état légèrement humide elle les conduit très-médiocrement. En humectant cette poussière avec de l'eau de pluie, la résistance qu'elle présente entre deux électrodes de cuivre éloignées l'une de l'autre de 2 centimètres, et présentant chacune une surface de contact de 2 centimètres carrés, atteint un chiffre énorme qui varie entre 600 et 700 kilomètres de fil télégraphique (de 4 millimètres de diamètre) pour une masse de matière équivalente à 5 centimètres cubes. La résistance de l'eau de pluie elle-même, quoique moins élevée, est encore énorme; elle n'est guère moindre que la précédente. Or le courant développé par l'échauffement des lames se trouve avoir une intensité plus grande avec le sable humecté qu'avec l'eau. Dans le premier cas, en effet, cette intensité a pu atteindre, au bout d'un quart d'heure d'échauffement de l'une ou de l'autre des électrodes, 73 degrés, tandis que, dans le second cas, la déviation atteignait à peine 58 degrés; l'élévation de la température du milieu conducteur sous l'influence de cet échauffement prolongé n'était pourtant guère différente dans les deux cas : elle n'avait varié que de 12 degrés à 15°,2 avec le sable humecté, et la température de l'eau ne s'était élevée que de 15°,5 à 16 degrés. Les expériences ont été assez souvent répétées pour qu'il ne puisse y avoir doute à cet égard.

» 2° En remplaçant le milieu semi-conducteur humide par un milieu semi-conducteur complétement sec, comme, par exemple, un milieu composé avec des limailles métalliques ou de la poussière de charbon bien desséchée, *aucun effet électrique ne s'est produit*. Il est vrai que la résistance énorme de mon galvanomètre et la ténuité extrême de son fil le rendaient peu propre à mesurer des courants thermo-électriques ordinaires; mais cette absence de résultats dans les conditions précédentes et les courants énergiques produits sous l'influence d'un milieu humide assignent bien une origine, sinon différente, du moins complexe, aux courants thermo-électriques que nous étudions en ce moment.

» Si l'on considère, d'un côté, que la résistance du milieu intermédiaire, dans les expériences précédentes, avait pour valeur, avec la poussière sèche de charbon de bois, de 1200 à 2000 kilomètres de fil télégraphique, et, avec les limailles métalliques ou la poussière de charbon de cornue, de 1200 à 2000 mètres (1), suivant l'état plus ou moins brillant de la surface des grains métalliques et leur degré de tassement autour des électrodes; si l'on considère, d'un autre côté, qu'en humectant ces différentes poussières avec de l'eau (2), les courants déterminés par la chaleur ne se produisent qu'avec la poussière de charbon de bois, quelque temps d'ailleurs qu'on mette à chauffer les lames (et l'expérience a été poussée pendant plus d'une heure), on arrive à conclure que *l'homogénéité de conductibilité du milieu intermédiaire entre les deux lames est une condition inséparable de la production des effets dont nous parlons;* et il ne faudrait pas croire que cette disposition du milieu intermédiaire fût généralement défavorable à la production d'autres courants, car l'agitation des lames au sein des limailles métalliques ainsi mouillées en développe de très-énergiques. Il est vrai qu'ils sont de sens inverse à ce qu'ils seraient avec le sable humecté, et que l'essuyage et le décapage ne semblent pas agir dans le même sens; mais l'action de la chaleur est absolument nulle. L'expérience a encore été répétée, mais sans plus de succès, avec le mercure et un amalgame de zinc substitués aux limailles métalliques; les courants dus à l'agitation des lames ne se sont même pas montrés.

» Il semble donc résulter de ces diverses expériences que *la chaleur, dans son action sur l'une des électrodes d'un couple hydro-électrique, se comporte à la manière des dépôts de platine sur les lames électronégatives des couples de Smée ou de la poussière charbonnée sur les lames de charbon des piles Leclanché et autres, c'est-à-dire en constituant négativement cette électrode par rapport à celle qui est restée froide, et en même temps elle affaiblit, comme cela a également lieu avec des lames de platine platiné, les effets de la polarisation.* Mais il faut toutefois, pour que l'effet se produise, que le milieu conducteur, interposé

---

(1) La résistance de la limaille de cuivre était en moyenne de 1267 mètres; celle de la limaille de zinc, 1448 mètres; celle de la poussière de charbon de cornue, 2192 mètres.

(2) Ces différentes poussières étant mouillées avec de l'eau, leur résistance a diminué pour les limailles métalliques aussi bien que pour les charbons. Elle a été, pour le charbon de bois, 148 kilomètres; pour la limaille de cuivre, 1000 mètres; pour la limaille de zinc, 707 mètres, et pour la poussière de charbon de cornue, 1715 mètres. La limaille de laiton est celle qui a fourni la moindre résistance par suite de son humectation; elle n'a pu être mesurée, tant elle était faible.

entre les deux lames, lequel milieu ne concourt pas directement au développement électrique, *ne renferme pas en son sein un bon conducteur réunissant les électrodes*, car il se formerait alors un couple local, et le courant, au lieu de passer par le circuit extérieur, passerait directement d'une électrode à l'autre. C'est précisément ce qui a lieu avec les limailles métalliques ou la poussière de charbon de cornue, et nous voyons que, quand ce conducteur interposé augmente de résistance, par exemple quand il est constitué par du charbon de bois humecté, les effets dus à l'action de la chaleur se retrouvent d'une manière marquée. L'expérience signalée récemment par M. Raoult est un phénomène du même genre et n'a, en conséquence, rien qui puisse surprendre. Quant à l'action plus favorable de la contexture spongieuse du milieu interposé entre les électrodes, elle s'explique facilement si l'on examine que le desséchement partiel du conducteur humide dans le voisinage de la lame chauffée détermine par lui-même un dégagement électrique, dans lequel cette lame se constitue négativement, c'est-à-dire prend une polarité de même sens que celle qui lui est communiquée par la chaleur. Nous devons encore ajouter, et ce fait montre que les effets thermo-électriques dont nous parlons peuvent se rattacher aux effets thermo-électriques ordinaires, que la nature physique du milieu interposé peut, dans certains cas, avoir une influence sur le signe de la polarité communiquée à la lame chauffée; ainsi, avec la poussière de charbon de bois très-humectée, la polarité de la lame chauffée, au lieu d'être électronégative, est électropositive, et les autres causes génératrices de courants, telles que l'agitation, l'essuyage et le décapage, agissent en sens inverse, ce qui est le cas opposé des réactions effectuées sous l'influence de ces mêmes causes avec la poussière de charbon de cornue.

» Pour m'assurer de l'amoindrissement des effets de la polarisation sous l'influence de la chaleur, j'ai voulu examiner l'action produite par elle sur les deux électrodes d'un couple voltaïque susceptible de se polariser, et j'ai, en conséquence, composé un couple zinc, cuivre et eau acidulée, dont je mesurais l'intensité à l'aide d'une boussole des sinus, et dont je chauffais alternativement les lames polaires avec une lampe à alcool, comme dans les expériences que j'ai rapportées dans ma précédente Communication. Voici les résultats que j'ai obtenus :

» 1° Quand les électrodes plongeaient à froid dans le liquide acidulé, j'obtenais au bout de cinq minutes, à travers une résistance de circuit de 12 kilomètres, une intensité représentée par 9°,50. Deux autres expériences

de vérification, faites pendant le cours des expériences, ont donné 9°,15 et 9°,48.

» 2° Quand la lame de cuivre était chauffée, on voyait immédiatement le courant augmenter d'énergie, d'abord lentement, puis brusquement, rester pendant quelques instants très-constant et, un peu avant l'expiration des cinq minutes, fournir des oscillations assez régulières; enfin indiquer une déviation variant de 13°,50 à 14°,28. En laissant ensuite refroidir la lame de cuivre, cette déviation déclinait successivement et revenait à peu près à celle constatée en premier lieu. La température générale du liquide n'avait pas d'ailleurs sensiblement augmenté.

» 3° Quand, après cet abaissement du courant à 9°,15, on chauffait la lame de zinc, aucun effet sensible n'était produit, et le plus souvent on constatait, au bout des cinq minutes de fermeture du circuit, un léger affaiblissement du courant; par conséquent l'action de la chaleur était alors à peu près insignifiante.

» Comme la pile de Daniell se polarise peu, j'ai voulu répéter avec elle les expériences précédentes, en me servant des mêmes électrodes, du même liquide acidulé; il n'y avait de changé au dispositif employé qu'un vase poreux rempli d'une solution saturée de sulfate de cuivre, qui était immergé au milieu du couple, et dans lequel plongeait la lame de cuivre. Or voici les résultats que j'ai obtenus :

» 1° Quand les électrodes étaient plongées à froid dans les deux solutions, l'intensité du courant, au bout de cinq minutes de fermeture du circuit, était représentée par 25°,32.

» 2° Quand la lame de cuivre était chauffée, l'intensité a augmenté et est devenue, au bout de cinq minutes, 26°,55. Cinq minutes de refroidissement l'ont reportée à 26°,10.

» 3° Quand la lame de zinc était chauffée, le courant restait sensiblement stationnaire; cependant, au bout de cinq minutes, la déviation était réduite à 25°,55. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme; par* **M. A. Trève.**

« Si un aimant est enveloppé de bobines, on sait que l'arrachement et le rapprochement de l'armature développent dans ces bobines des courants de sens inverse dits *d'induction*. Ces courants sont la conséquence du mouvement vibratoire, de l'action mécanique que nous avons recueillie sous forme de courant électrique.

» Prenons un aimant sur les branches duquel sont collées deux bandes de papier; approchons-en une petite boussole, pour déterminer la position des pôles. Cela fait, appliquons l'armature, et, rapprochant de nouveau l'aiguille aimantée, nous retrouvons les pôles plus éloignés des extrémités, et à une distance variable avec la longueur des branches et la force de l'aimant. Arrachons l'armature, et les pôles reprennent instantanément leur position première.

» Ces déplacements polaires, mesurables sur les bandes de papier, représentent le mouvement moléculaire dont il s'agit, et varient dans d'étroites limites, pour un même aimant, avec des armatures plus ou moins épaisses, avec le plus ou moins de *masse* de fer doux appliqué.

» Si l'on applique une armature à un aimant en fer à cheval, dont les branches ont 15 centimètres de longueur, et portant une charge maximum de 1500 grammes, on constate un déplacement polaire de 6 centimètres. Ce déplacement n'augmente que de quelques millimètres, quelle que soit la masse employée. Sur un aimant de la Compagnie l'Alliance, dont les branches ont 44 centimètres de long, on constate un déplacement polaire maximum de 12 centimètres. Ces remarques ouvrent une série de nouvelles recherches tendant à déterminer les rapports des déplacements polaires avec les masses employées.

» Le long des branches d'un grand aimant de la Compagnie l'Alliance, on peut disposer six petites boussoles et les voir accuser simultanément ce déplacement polaire, conséquence du mouvement vibratoire, ou du rapprochement, ou de l'éloignement de l'armature.

» Si l'on place une boussole au talon (point neutre) d'un aimant en fer à cheval, l'aiguille, sollicitée par les deux forces égales et de sens contraire de ce couple, prend une position axiale. Si l'on applique ou arrache l'armature, l'aiguille reste en équilibre; mais si l'on rapproche l'armature graduellement jusqu'à contact d'un seul pôle, l'aiguille dévie successivement, accusant ainsi un déplacement polaire, une sorte de courant magnétique persistant avec l'influence de l'armature. Détachons celle-ci du pôle, éloignons-le graduellement et l'on voit l'aiguille suivre le même mouvement, en sens inverse, et reprendre sa position d'équilibre. Les déviations de l'aiguille varient encore, entre certaines limites à déterminer, avec le plus ou moins de masse de l'armature. De plus, si l'armature est appliquée au pôle austral, par exemple, l'aiguille dévie vers le pôle boréal, accusant ainsi une rupture d'équilibre du couple magnétique en faveur de la force boréale.

» M. du Moncel, dans ses recherches sur l'aimant, avait constaté que, si l'on appliquait au pôle d'un aimant une masse de fer doux, l'autre pôle gagnait en force attractive. Ce phénomène est la conséquence, on le voit, d'un mouvement intermoléculaire dont une aiguille aimantée révèle toutes les phases.

» Lorsque, dans les machines magnéto-électriques, dont Pixii a donné le premier type, on fait successivement passer devant les pôles des aimants des bobines à noyaux de fer doux, on développe dans ceux-ci des actions mécaniques qui sont la raison d'être de ceux qui naissent dans le fil des bobines, et se recueillent sous le titre de *courants d'induction*.

» Nous savons que, si l'on réunit les deux pôles d'un électro-aimant par un fil métallique, dans le circuit duquel est un galvanomètre, celui-ci accuse deux courants de sens inverse, suivant que l'on fait l'aimant ou qu'on le rend à son état de fer doux. Le premier est de même sens que le courant originaire, et, de plus, est un courant de *quantité;* un galvanomètre Ruhmkorff à trente-six mille tours reste, en effet, absolument muet.

» Puisque le passage d'un fer doux à l'état d'aimant détermine un mouvement vibratoire aussi manifestement démontré, il était indiqué de rechercher dans quelles limites de longueur et de section on pouvait recueillir ce courant. Nous avons, premièrement, substitué au noyau de notre électro-aimant une tige de fer de 2 mètres de longueur, et constaté sur toute cette longueur des déviations accentuées de l'aiguille à chaque passage du courant de la pile dans les bobines induisantes placées aux extrémités des branches de ce nouvel électro-aimant.

» Cette expérience nous a conduit à envelopper d'un fil fin le talon même de l'électro-aimant et à recueillir un énergique courant d'induction. Nous avons remplacé cette tige de fer doux par une nouvelle, ayant 6 mètres de longueur (de même section $0^{m},025$), et constaté encore des déviations de l'aiguille, mais des courants *induits* inévitablement beaucoup moins accentués. Il serait, je crois, fort instructif d'opérer sur des barres de fer doux de plus en plus longues, et de déterminer l'accroissement proportionnel de force induisante nécessaire à la production d'un courant induit saisissable, même avec nos plus délicats galvanomètres. Quant à ce qui concerne les électro-aimants ordinaires, nous pensons qu'il y aura peut-être utilité à embobiner leur noyau et à recueillir des courants d'induction négligés jusqu'ici. Nous croyons aussi que le même principe peut recevoir son application dans les machines magnéto-électriques. Chaque fois, en effet, que l'un des pôles des

aimants qui les composent est influencé par un fer doux, il se produit un mouvement vibratoire. La succession de ces mouvements engendrerait nécessairement dans le fil enveloppant un courant continu, sous la réserve indispensable d'un inversement.

» *Nota.* — En étudiant les déplacements polaires des aimants permanents composés de plusieurs lames, nous avons remarqué que les pôles de ces divers aimants partiels étaient placés à des distances très-variables des extrémités. Nous pensons que, pour que ces faisceaux aient leur maximum de puissance, il y aurait nécessité d'obtenir par des retouches une position sensiblement identique de leurs pôles respectifs.

» Voici un exemple que peut offrir l'étude de ces courants d'induction.

» Dans un appareil télégraphique de M. Bréguet, on a réuni les deux noyaux de fer doux par un barreau de même section et de même longueur, de façon à former un électro-aimant à trois bobines. La nouvelle bobine, placée dans un plan perpendiculaire aux deux bobines ordinaires, est formée avec du fil plus fin et joue le rôle de bobine d'induction.

» Voici ce que l'on constate :

» Chaque fois qu'on lance un courant dans les deux bobines, on transforme le fer *doux* en aimant et l'on fait, par conséquent, naître le *mouvement magnétique*, qui se révèle par le courant d'induction.

» Avec une pile de 24 Daniell et *trois cents kilomètres* de résistance (de fil de ligne) dans le fil induit, j'ai obtenu des déviations de 15 à 20 degrés sur un galvanomètre à trois cents tours de Ruhmkorff.

» Si l'on se sert de la bobine du milieu comme bobine induisante (celle-ci avec du fil 16), on recueille avec les deux bobines ordinaires (fil 32) des courants induits beaucoup plus intenses. Ceci revient à dire que le courant partant de Paris, par exemple, *peut* se transmettre à Marseille par induction sur un récepteur à aiguille, en passant par le talon de l'électro-aimant de Lyon.

» Je prends la liberté d'indiquer le fait comme possible, m'abstenant de rechercher les avantages que pourrait donner ce système de relais. Il y aurait, au reste, à étudier la question au point de vue des rapports des sections des fils inducteurs et du fil induit. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison nouvelle de brome et d'éther (éther bromuré).* Note de **M. P. Schützenberger**, présentée par M. Balard.

« La nouvelle combinaison dont j'ai l'honneur d'entretenir l'Académie se forme directement par union simple du brome avec l'éther, sans élimi-

nation d'acide bromhydrique; ce n'est donc pas un produit de substitution, mais bien un composé par addition. Voici dans quelles circonstances j'ai été amené à en reconnaître l'existence, et à le préparer dans un état de pureté convenable pour l'analyse. Si, à une solution de brome dans le *tétrachlorure* de carbone, on ajoute une solution d'éther sulfurique pur et sec dans le même liquide, le mélange, d'abord homogène, rouge et transparent, s'échauffe légèrement, se trouble et laisse déposer une huile dense, rouge grenat et transparente, en grande partie formée d'éther bromuré. Ainsi préparé, le nouveau corps n'est pas pur, il contient environ 10 à 12 pour 100 de chlorure de carbone; cependant des dosages convenablement dirigés, dont j'omets les détails, m'ont conduit à supposer que le brome et l'éther s'étaient unis dans les rapports de *une* molécule d'éther $[(C^2H^5)^2O]$ et de *trois* atomes de brome. On arrive à des résultats plus nets en versant du brome avec précaution et en refroidissant dans de l'éther anhydre, dans les proportions de 2 parties de brome pour 1 partie d'éther. Le mélange homogène, rouge et transparent, s'échauffe légèrement au bout de quelques minutes, et laisse déposer une quantité abondante d'une huile rouge-grenat, transparente, surnagée d'une légère couche d'éther presque incolore. L'analyse de cette huile donne des nombres qui conduiraient approximativement à la formule $(C^2H^5)^2O.Br^2$.

» Comme il y avait lieu de supposer, d'après son mode de formation, que cette huile pouvait contenir une certaine quantité d'éther simplement dissous et non combiné au brome, je l'ai soumise à l'action d'un mélange réfrigérant de glace pilée et de sel. Au-dessous de zéro, elle se prend en une masse de beaux cristaux feuilletés, rouge clair, assez semblables par la couleur à de l'acide chromique. Cette masse, refroidie rapidement, et fortement exprimée entre des doubles de papier à filtre, laisse un résidu rouge, cristallisé, solide à la température ordinaire, fusible à 22 degrés environ et cristallisant par le refroidissement, qui représente la véritable combinaison de brome et d'éther. Des analyses nombreuses, faites sur des produits obtenus de cette manière, dans diverses opérations, conduisent toutes exactement à la formule $(C^4H^{10}O.Br^3)^2$.

» L'éther bromuré est très-déliquescent à l'air humide; la moindre trace d'éther en excès, ou d'un autre liquide carburé, suffit pour abaisser de beaucoup son point de fusion et le maintenir liquide à la température ordinaire. A la pression ordinaire de 760 degrés, il n'émet aucune vapeur de brome; son odeur est forte et irritante, mais beaucoup moins que celle du brome lui-même. L'eau le dissout, en le décomposant en brome et éther; cette solution aqueuse étendue émet des vapeurs de brome dans l'atmosphère

supérieure. La potasse le décompose en donnant du bromure et du bromate de potassium, ainsi que de l'éther. Il s'altère peu à peu spontanément, en dégageant de l'acide bromhydrique et en se liquéfiant. Chauffé vers 70 à 80 degrés, il émet beaucoup d'acide bromhydrique en se décomposant. Chauffé en vase clos à 100 degrés, il se décolore presque entièrement et se partage en deux couches : l'une supérieure, égale au vingtième environ de l'autre, est de l'eau chargée d'acide bromhydrique; l'autre plus pesante, soumise à la distillation fractionnée, a donné environ deux tiers de son poids de bromure d'éthyle bouillant à 40 degrés. A partir de ce point, le thermomètre s'élève rapidement vers 160 degrés; entre ces deux limites, il distille fort peu de chose. Le résidu (un tiers environ de la masse totale) contient beaucoup de bromal, que l'on peut enlever par agitation avec un excès d'eau. La partie insoluble dans l'eau est une huile incolore, à odeur forte et pénétrante, bouillant vers 175 degrés. Son analyse a donné des nombres conduisant à la formule $C^4H^5Br^3O^2$. Ce corps, qui sera soumis ultérieurement à une étude spéciale, semble représenter une combinaison d'aldéhyde monobromé et d'aldéhyde bibromé, ou d'aldéhyde et de bromal. Le bromal et les cristaux d'hydrate de bromal obtenus dans cette réaction ont donné à l'analyse un peu moins de brome et un peu plus de carbone que ne le comportent les formules C^2HBr^3O et $C^2HBr^3O.2H^2O$. Il se pourrait qu'il y eût en présence une certaine quantité d'aldéhyde bibromé susceptible, comme le bromal, de s'unir à l'eau.

» En résumé, le brome et l'éther mis en présence s'unissent par addition, et fournissent un composé solide cristallisé $(C^4H^{10}O.Br^3)^2$, peu stable, et duquel le brome peut être enlevé par la potasse ou par le zinc. Ce composé se détruit vers 100 degrés, en donnant de l'acide bromhydrique, de l'eau, du bromure d'éthyle, du bromal et le composé nouveau $C^4H^5Br^3O^2$.

» Les équations suivantes rendent compte de ce mode de décomposition :

$$1^\circ \quad 2(C^4H^{10}O.Br^3) = BrH + H^2O + \underbrace{3(C^2H^5Br)}_{\text{Bromure d'éthyle.}} + \underbrace{C^2H^2Br^2O}_{\text{Aldéhyde bibromé.}};$$

$$2^\circ \quad \underbrace{3(C^2H^2Br^2O)}_{\text{Aldéhyde bibromé.}} = \underbrace{C^2HBr^3O}_{\text{Bromal.}} + \underbrace{C^4H^5Br^3O^2}_{\text{Dialdéhyde tribromé.}}. \text{ »}$$

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Savon neutre sans trace d'alcali caustique.* Note de M. MIALHE.

« Il existe dans le commerce de la parfumerie deux espèces de savons de toilette, tout à fait différents par suite de la méthode qui a servi à leur préparation. Les uns sont fabriqués à chaud, à l'aide de lessives caustiques faibles, et sont dépouillés aussi complétement que possible de l'alcali surabondant. Les savons de toilette qui résultent de la fabrication à chaud sont moins alcalins, moins caustiques que les savons préparés à froid, mais ils sont beaucoup moins onctueux, parce que, pendant la *liquidation*, ils se sont dépouillés de toute la glycérine combinée avec les corps gras employés, tandis que les savons obtenus à froid sont toujours, quelque soin qu'on apporte à leur préparation, beaucoup plus alcalins, mais aussi beaucoup plus onctueux, en raison de la glycérine qu'ils conservent tout entière; cette glycérine masque, sans la détruire, la causticité de la soude restée libre lors de la saponification.

» Mais si ces savons pouvaient être rendus parfaitement neutres, c'est-à-dire exempts de leur causticité, ils réuniraient toutes les conditions désirables. Or nous avons obtenu ce résultat en faisant réagir sur eux le gaz acide carbonique; ce gaz sature la soude caustique échappée à la saponification et détruit ainsi toute leur causticité.

» A cet effet, on prend du savon de toilette fabriqué à froid, par les procédés ordinaires du commerce; on le réduit en copeaux qui, placés sur des clayons, sont exposés, dans une chambre convenablement close, à l'action du gaz acide carbonique. Le savon absorbe un volume d'acide proportionnel à la quantité de soude caustique échappée à la saponification, et, par suite de la transformation de cet alcali libre en bicarbonate, il perd toute sa causticité. Il constitue alors un savon complétement neutre, contenant toute la glycérine des corps gras employés à sa préparation et une certaine quantité de bicarbonate de soude. »

(Cette Note sera soumise à l'examen de M. Peligot.)

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Des effets thérapeutiques du silicate de soude.* Note de MM. A. RABUTEAU et F. PAPILLON.

« Depuis la publication de nos premières recherches sur l'action physiologique du silicate de soude, recherches inspirées, nous tenons à le rappeler, par les récents travaux de M. Dumas, et reproduites par toute la

presse médicale, ce sel a fait l'objet d'expérimentations thérapeutiques que nous devons signaler à l'Académie.

» M. Dubrueil a communiqué dernièrement à la Société de Chirurgie des observations desquelles il résulte qu'en injectant une solution de silicate de soude à $\frac{1}{200}$ chez un homme âgé, atteint d'hypertrophie de la prostate et de paralysie de la vessie, et chez qui tous les autres moyens de traitement avaient échoué, on a obtenu des effets curatifs presque immédiats. L'alcalinité par suite de fermentation ammoniacale a disparu, l'urine a repris sa réaction acide normale, et la formation de muco-pus s'est arrêtée (1).

» M. Marc Sée et M. Gontier ont entrepris, depuis plusieurs semaines, à l'hôpital du Midi, des recherches cliniques, encore en voie d'exécution, sur les effets du silicate de soude dans les écoulements blennorrhagiques et les balanites simples ou accompagnées d'ulcérations spécifiques. Dès aujourd'hui, ces savants chirurgiens nous autorisent à déclarer que l'action du silicate paraît également efficace, d'une part pour faire cesser les écoulements, de l'autre pour opérer les cicatrisations.

» Cependant nous aurions attendu de pouvoir produire des faits plus nombreux et suivis pendant plus longtemps, s'il ne nous avait point semblé nécessaire d'indiquer, sans retard, dans quelles conditions nous pensons que le silicate de soude doit être employé.

» Certains praticiens, en effet, l'administrent à l'intérieur et demandent à quelles doses il faut le donner en ce cas. Quelques-uns le considèrent comme un dépuratif. D'autres vont même jusqu'à en assimiler les propriétés à celles du bicarbonate de soude. C'est là une dangereuse erreur. L'étude physiologique que nous avons faite de ce corps nous a démontré qu'il possédait une activité d'une espèce si particulière, qu'on ne saurait, sans imprudence, y recourir pour l'usage interne. Si l'on peut injecter impunément dans les veines d'un chien 2 et même 4 grammes de borate de soude, qui s'élimine facilement par les urines, il n'en est pas de même pour le silicate. Introduit directement dans le sang, à la dose de 1 ou 2 grammes, ce sel, ainsi que nous l'avons établi précédemment, tue le chien au bout de cinq à dix jours. Après la mort, on constate que les reins sont graisseux et qu'il y a une desquamation des épithéliums des tubuli.

» Mais, en ce qui concerne l'injection dans la vessie et les diverses applications topiques, le silicate est recommandable au plus haut point. Il tend,

(1) *Gazette des Hôpitaux* du samedi 23 novembre 1872.

aussi bien sur l'organisme que dans les vaisseaux d'un laboratoire ou sous l'objectif du microscope, à détruire, en un temps variable, les globules de pus, les parasites microscopiques, les particules et corpuscules organisés qui provoquent les corruptions de toute sorte; et cette action s'exerce à des doses même très-faibles, celle de 50 centigrammes, par exemple, pour 100 grammes d'eau. Nous pensons qu'il mériterait d'être spécialement expérimenté dans certaines maladies de la peau.

» Nous aurons l'honneur de communiquer prochainement à l'Académie la suite de nos études sur cette importante question, où l'art de guérir profitera des moyens suggérés tout d'abord par l'examen des problèmes les plus abstraits de la Physiologie générale. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés antifermentescibles du silicate de soude (deuxième Note); par* **M. Picot.**

« Les recherches, objet de cette Note, ont porté, les unes sur les fermentations qui se produisent en dehors de l'organisme : elles sont la continuation de celles que j'ai signalées précédemment; les autres sur une des fermentations physiologiques, celle qui, dans le foie, transforme en glucose la matière glycogène. De plus, j'ai essayé l'action du silicate au point de vue pathologique.

PREMIÈRE SÉRIE : *Fermentations en dehors de l'organisme.*

» A. *Fermentation alcoolique indirecte :* 1° *sucre de canne et levûre de bière.* — Dans dix-sept fioles, je place 50 centimètres cubes d'une solution de sucre au cinquième, avec 5 grammes de levûre. L'une de ces fioles reste telle, et chacune des autres est additionnée d'une dose de silicate qui commence à $0^{gr},25$, et qui finit à 1 gramme, en s'élevant chaque fois de $0^{gr},05$. La température ambiante est de 10 degrés.

» Au bout de trente minutes, la fermentation s'établit dans l'expérience type; elle se montre après trois heures dans celle qui contient $0^{gr},25$, et progressivement dans les autres; elle existe partout après six heures.

» Une même solution de 50 centimètres cubes de $1^{gr},50$ du sel, une autre de 2 grammes. La fermentation se montre malgré cette dose après huit heures dans la première, après 9 heures dans la seconde; 2 grammes de sel sont donc insuffisants pour empêcher cette fermentation.

2° *Sucre de lait et levûre de bière.* — La solution, au cinquième, de sucre de lait additionnée de $0^{gr},20$ du sel, dont il est parlé dans ma première Note, a fermenté après trois jours. Des solutions semblables, maintenues à

la température de 40 degrés et additionnées de $0^{gr},25$, $0^{gr},30$, $0^{gr},35$, $0^{gr},40$, ont fermenté après trois et quatre jours. Celle contenant $0^{gr},50$ n'a pas fermenté après quinze jours.

» B. *Fermentation lactique.* — Les 50 centimètres cubes de lait additionnés de $0^{gr},20$ du sel de ma dernière expérience ont montré la réaction acide après six jours. Le 18 novembre, dans dix fioles renfermant chacune 50 centimètres cubes de lait, je place des doses du sel croissant de $0^{gr},05$ à partir de $0^{gr},25$. La dernière contient $0^{gr},70$. Température 10 degrés. Le 26, réaction acide dans toutes les fioles à doses inférieures à $0^{gr},50$. Le papier réactif a des teintes dégradées très-sensibles. Le 30, même état, aucune réaction au-dessus de $0^{gr},50$.

» C. *Fermentation ammoniacale et putride de l'urine.* — Le 25 novembre, je prépare les expériences suivantes :

N° 1 : urine, 50 grammes; eau, 10 grammes.
N° 2 : urine, 50 grammes; eau, 10 grammes; silicate, $0^{gr},10$.
N° 3 : urine, 50 grammes; eau, 10 grammes; silicate, $0^{gr},20$.
N° 4 : urine, 50 grammes; eau, 10 grammes; silicate, $0^{gr},50$.
N° 5 : urine, 50 grammes; eau, 10 grammes; silicate, 1 gramme.

» Le 26 novembre, n° 1, odeur ammoniacale. Dégagement constaté par HCl. Rien dans les autres.

» Le 27 novembre, n° 2, odeur et dégagement d'ammoniaque.

» Le 28 novembre, n° 1, présence d'une grande quantité d'infusoires (*bacterium punctum, bacterium bacillus, bacterium catenula*). N° 2 et n° 3, odeur et réaction ammoniacale; infusoires, mais moins nombreux. N° 4, ammoniaque, à peine trois ou quatre infusoires (*bacterium punctum*) dans le champ du microscope. N° 5, rien.

» 30 novembre. Même état.

» Donc 1 gramme de silicate dans 50 grammes d'urine empêche les fermentations ammoniacale et putride. Je signale l'importance de ce fait au point de vue pathologique et thérapeutique.

» D. *Fermentation putride : 1° sur la viande.* — Les expériences citées dans ma première Note se sont maintenues dans l'état signalé à cette époque. Aujourd'hui, après plus d'un mois, elles sont restées telles; aucune odeur putride, pas d'infusoires.

» 2° *Sur le sang.* — Le 25 octobre, vingt et une fioles renferment chacune 50 centimètres cubes de sang frais et tout à fait normal pris sur un bœuf sacrifié à l'instant. J'ajoute des doses successives de silicate depuis $0^{gr},05$ jusqu'à 1 gramme. Une fiole reste pour type.

» *Résultats*. — Le 30 octobre, odeur de putréfaction, infusoires dans la fiole type. Rien dans les autres.

» Le 8 novembre, putréfaction du sang renfermant $0^{gr},05$.

» 10 novembre. Fonte complète des globules rouges dans toutes les fioles silicatées à partir de $0^{gr},10$. Pas de putréfaction à partir de $0^{gr},30$; le sang est pris en gelée.

» 30 octobre. Même état. Donc, pendant plus d'un mois, avec $0^{gr},10$ de silicate, j'ai empêché la putréfaction de 50 centimètres cubes de sang. Le silicate, à cette dose, détruit les globules rouges. J'appelle plus particulièrement l'attention sur ces résultats, qui me semblent avoir une grande valeur pour ce qui est des maladies septiques et septicoïdes.

Deuxième série. — *Fermentations dans l'organisme.*

» A. *Fermentation physiologique. — Transformation de la matière glycogène en glucose.* — Les foies de deux chiens, extraits immédiatement après la mort, sont lavés par un courant d'eau entrant par la veine porte, sortant par la veine cave, jusqu'à ce que les eaux ne renferment plus de sucre. Alors, dans l'un, je pousse une injection de silicate à 2 pour 100. D'heure en heure, j'essaye les foies par le réactif de Felhing. Le foie normal donne du sucre, l'autre n'en donne pas, même après douze heures. Il faut avoir soin que les injections de lavage aient bien pénétré partout; sans cela l'expérience ne réussit pas.

» Cette expérience me paraît avoir beaucoup de valeur. Je veux la reproduire pendant la vie, car elle pourrait, à mon sens, ouvrir une voie pour le traitement de certains diabètes.

» B. *Fermentations pathologiques. — Blennorrhagie urétrale chez la femme.* — Les recherches modernes (Hallier, Salisbury) la montrent comme produite par la présence d'un microphyte. Voici les résultats obtenus jusqu'ici. Partout il s'agissait d'écoulement blennorrhagique franchement purulent. Les expériences ont eu lieu publiquement dans mon service, à l'hôpital de Tours.

M. B.,	entrée le	9	novembre, sortie le	16	novembre. Guérie en	7	jours.
C. D.,	»	13	»	23	»	10	»
M. F.,	»	22	»	27	»	5	»
L. P.,	»	13	»	28	»	5	»
J. M.,	»	25	»	30	»	5	»

» M. G., porteur d'une urétrite qu'une grossesse concomitante avait rendue rebelle à tout traitement, a été guérie en 12 jours.

» *Traitement.* — Une injection urétrale par jour avec solution de silicate, 2 pour 100.

» Je n'ai pas eu l'occasion d'essayer dans la blennorrhagie urétrale de l'homme.

» De tous ces faits, il semble résulter que le silicate de soude arrête, d'une manière certaine, et à très-petite dose, la fermentation putride, qu'il retarde d'autres fermentations, qu'il détruit les globules rouges en dehors de l'organisme, qu'il s'oppose à la transformation en glucose de la matière glycogène du foie; qu'enfin il aurait une grande efficacité dans le traitement de la blennorrhagie urétrale chez la femme. Dans une prochaine Communication, je montrerai son action sur les fermentations expérimentales produites au sein de l'organisme, ainsi que son action physiologique. »

PHYSIOLOGIE. — *Seconde observation sur quelques Communications récentes de M.* Pasteur, *notamment sur la théorie de la fermentation alcoolique; par* **M. A. Béchamp.**

« Sous ce titre : *Faits nouveaux pour servir à la connaissance de la théorie des fermentations proprement dites*, M. Pasteur a publié une Note (1) dont la lecture m'a d'autant plus vivement intéressé, que j'y ai trouvé plusieurs pensées qui me sont depuis longtemps familières. Mon profond respect pour l'Académie, le soin de ma propre dignité, m'imposent l'obligation de présenter quelques observations sur cette Communication; autrement, les personnes qui ne sont pas au courant de la question pourraient croire que j'en ai imposé au public en m'attribuant des faits et des idées qui ne seraient pas de moi.

» Je crois avoir été le premier à mettre en lumière ces deux points essentiels, savoir : 1° que des ferments organisés et vivants peuvent naître dans des milieux dépourvus de matières albuminoïdes; 2° que les phénomènes de fermentation par ferments figurés, considérés au point de vue que M. Dumas avait formulé en 1844, sont essentiellement des actes de nutrition.

» Je vais le montrer par les dates et par des citations.

» 1° A la fin de 1857, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire, qui n'a été publié qu'au mois de septembre 1858 (2), dans lequel je me suis proposé de démontrer la proposition suivante :

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 784.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 28.

« *L'eau froide ne modifie le sucre de canne qu'autant que des moisissures peuvent se développer, ces végétations élémentaires agissant ensuite comme ferments.* »

» A la question : « De quelle manière agissent les moisissures? » j'ai répondu : « A la manière des ferments; » et à celle-ci : « D'où provient le ferment? » j'ai répondu comme il suit :

« Depuis longtemps j'enseigne, à la suite de M. Dumas (et je cite des articles des *Fermentations* et *Putréfaction* du *Traité de Chimie appliquée aux arts*), qu'à chaque fermentation répond un ferment particulier. Mais il était admis qu'il fallait qu'une substance de nature protéique se trouvât en présence de la matière fermentescible, pour que le ferment propre à l'accomplissement du phénomène, certaines conditions de température et de milieu étant remplies, se développât. C'est ainsi que, d'après les expériences de M. Cl. Bernard, l'albumine du sérum se transforme, dans l'eau sucrée, successivement en globules blancs, puis en globules de levûre; qu'il est nécessaire que le caséum se trouve en présence de la craie et d'un hydrate de carbone pour que cette substance albuminoïde se change en un ferment lactique. Si les conditions changent, un autre ferment naît, d'autres produits prennent naissance.

» Mais dans mes dissolutions il n'existait pas de substance albuminoïde; elles étaient faites avec du sucre candi pur, lequel, chauffé avec de la chaux sodée récente, ne dégageait pas d'ammoniaque. Il paraît donc évident que des germes apportés par l'air ont trouvé dans la solution sucrée un milieu favorable à leur développement, et il faut admettre que le ferment est produit ici par la génération de végétations mycélioïdes. La matière qui se développe dans l'eau sucrée se présente tantôt sous la forme de petits corps isolés (ce que j'ai appelé plus tard des microzymas), tantôt sous la forme de volumineuses membranes incolores (c'était du mycélium enchevêtré), qui sortent tout d'une pièce des flacons. Ces membranes, chauffées avec de la potasse caustique, dégagent de l'ammoniaque en abondance. »

» Donc, loin de faire intervenir des matières albuminoïdes, j'en constatais la formation; et, plus loin, je comparais la cause de l'intervention du sucre à celle de l'action de la diastase sur la fécule. Je notais, de plus, la formation d'un acide volatil consécutivement à la naissance du ferment. Je constatais, enfin, que ces moisissures excitent rapidement la transformation du sucre de canne en glucose, et j'ajoutais : « Cette étude fera l'objet d'un travail spécial. »

» Tel a été le point de départ de mes recherches sur les zymases, de la découverte des microzymas de la craie; des microzymas en général et de leurs fonctions; enfin des études ininterrompues que j'ai, jusqu'en ces derniers temps, successivement communiquées à l'Académie.

» J'avais donc, entre 1855 et 1857, réussi à démontrer que *les substances albuminoïdes ne sont pas primitivement nécessaires à l'évolution des ferments et*

que ceux-ci ne sont point des matières albuminoïdes mortes, mais bien des êtres vivants.

» Je note que, dans le même temps, M. Pasteur ne se dispensait pas d'employer des matières protéiques dans son travail sur la fermentation lactique.

» 2° En 1863, dans des leçons sur la fermentation vineuse, j'ai largement appliqué les conséquences de mes recherches et de la théorie de la fermentation formulée par M. Dumas. L'année suivante, j'ai énoncé, conformément à mes expériences, la théorie physiologique de la fermentation alcoolique (1). Je disais :

« Pour moi, la fermentation alcoolique et les autres fermentations par ferments organisés ne sont pas des fermentations proprement dites : ce sont des actes de nutrition, c'est-à-dire de digestion, d'assimilation, de respiration et de désassimilation.

» .....La levûre transforme d'abord, hors d'elle-même, le sucre de canne en glucose par le moyen d'un produit qu'elle contient tout formé dans son organisme et que je nomme *zymase* : c'est la digestion; elle absorbe ensuite ce glucose et s'en nourrit; elle assimile, se multiplie, s'accroît et désassimile. Elle assimile, c'est-à-dire qu'une portion de la matière fermentescible modifiée fait momentanément ou définitivement partie de son être et sert à son accroissement et à sa vie. Elle désassimile, c'est-à-dire qu'elle rejette au dehors les parties usées de ses tissus, sous la forme des composés qui sont les produits de la fermentation. »

» M. Pasteur m'avait objecté que l'acide acétique, dont j'avais démontré la formation constante dans la fermentation alcoolique, avait pour origine, non le sucre, mais la levûre. A cette question, de l'origine des produits de la fermentation alcoolique, qui a tant préoccupé M. Pasteur et ses disciples, je répondais :

« Ils doivent, d'après la théorie, venir tous de la levûre. Ils doivent venir d'elle, de même que l'urée vient de nous, c'est-à-dire des matériaux qui ont d'abord composé notre organisme. De même que le sucre, que M. Cl. Bernard voit se former dans le foie, vient du foie et non directement des aliments, de même l'alcool vient de la levûre. »

» Voilà ce que j'appelle la théorie physiologique de la fermentation. Depuis 1864, tous mes efforts ont le développement de cette théorie pour objet : je l'ai développée dans une conférence faite à Montpellier (2), et dans une autre faite à Lyon (3). J'y ai d'autant plus insisté qu'elle était plus attaquée. Attaquée par qui? On va le voir.

---

(1) *Comptes rendus*, 4 avril 1864.

(2) *De la circulation du carbone dans la nature*, 1867.

(3) *De l'alimentation*, 1869; imprimée en 1870.

» Je ne sais pas si, à cette époque, les pensées de M. Pasteur étaient du même ordre, ni ce qu'il soupçonnait; mais ce que je sais, c'est que ses travaux ne lui avaient pas permis de conclure que la fermentation pût être comparée à un acte de nutrition. En effet, alors et depuis, pour M. Pasteur « la fermentation était essentiellement un phénomène corrélatif d'un acte » vital »; cela, traduit en langage ordinaire, signifie que c'est par un acte mystérieux, pendant qu'il se développe et se multiplie, ou tandis qu'il est présent et vivant, que le ferment décompose le sucre; mais l'acte chimique ne s'accomplit pas *dans le ferment*, comme l'exigerait la nutrition. Berzélius et Mitscherlich se seraient accommodés de cette théorie. M. Pasteur était moins en progrès que M. Dumas et même Turpin : il a énoncé autrement la théorie de la végétation de Cagniard-Latour, voilà tout. Je vais justifier cela.

» Un élève de M. Pasteur, M. Duclaux, a positivement contredit la théorie que je soutiens et que j'ai, de plus en plus, expérimentalement développée devant l'Académie. M. Duclaux (1), reprenant mes expériences sur les acides volatils de la fermentation alcoolique, s'exprime ainsi :

« M. Béchamp n'a pas remarqué qu'ils pouvaient avoir deux origines très-distinctes, et qu'ils pouvaient provenir, soit du sucre, soit de la levûre. »

» Après quoi l'auteur continue ainsi :

« Lorsque, dans une fermentation alcoolique, on voit un poids déterminé de sucre être transformé en alcool par un poids de levûre cent et mille fois plus petit, *il est bien difficile de croire* que ce sucre a fait, à une époque quelconque, partie des matériaux de la levûre, et qu'il est (l'alcool) quelque chose comme un produit d'excrétion (2). »

» Cette façon de concevoir les choses est comme un écho de l'enseignement de M. Pasteur qui, lui-même, a dit, dans la Note qui a provoqué ces observations :

« Ce qui sépare les phénomènes chimiques des fermentations d'une foule d'autres, et particulièrement des actes de la vie commune, c'est le fait de la décomposition d'un poids de matière fermentescible bien supérieur au poids du ferment en action. »

» Voici comment, en 1867, j'ai répondu à M. Duclaux (3) :

« On a fait à cette théorie physiologique de la fermentation alcoolique une objection : on

---

(1) *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, t. II, p. 249 (1865).

(2) Le reste ne fait qu'accentuer davantage l'abîme qui sépare ma manière de voir de celle de M. Pasteur.

(3) *De la circulation du carbone dans la nature*, p. 71.

a dit que l'on ne saurait admettre que, dans une opération où un poids donné de levûre peut décomposer plusieurs centaines de fois son poids de sucre, celui-ci ou l'alcool dans lequel il s'est décomposé ait pu, à aucun moment du phénomène, faire partie de la substance de la levûre. Parler ainsi, c'est ne pas comprendre l'essence des opérations physiologiques. L'objection est du genre de celle-ci : Supposez un homme adulte, ayant vécu un siècle et pesant en moyenne 60 kilogrammes; il a consommé, en même temps que d'autres aliments, l'équivalent de 20,000 kilogrammes de viande, et produit à peu près 800 kilogrammes d'urée. Dirait-on qu'il est impossible d'admettre que cette masse de viande ou d'urée ait pu, à aucun moment de sa vie, faire partie de son être? Or, de même qu'un homme ne consomme tout cela qu'en répétant le même acte un grand nombre de fois, la cellule de levûre ne consomme les grandes masses de sucre qu'en assimilant et désassimilant sans discontinuité. Mais ce qu'un homme ne consommerait et ne produirait que dans un siècle, un nombre suffisant d'hommes l'absorberaient et le formeraient dans un jour. Il en est de même de la levûre : le sucre qu'un petit nombre de cellules ne consomme que dans un an, un plus grand nombre le détruit en un jour : plus nombreux sont les individus, plus rapide est la consommation. »

» Il m'est donc impossible d'accorder que M. Pasteur ait fondé la théorie physiologique de la fermentation considérée comme phénomène de nutrition : ce savant et ses disciples en ont pris le contre-pied. Je prie l'Académie de me permettre de prendre acte de cette conversion de M. Pasteur. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur la Communication faite par M.* Pasteur, *le 7 octobre 1872; par* **MM. A. Béchamp** *et* **A. Estor.**

« M. Pasteur annonçait à l'Académie, le 7 octobre dernier, des expériences nouvelles sur le rôle des cellules, en général, considérées comme agents de fermentation dans certaines circonstances.

» Les conclusions principales de sa Communication sont les suivantes :

1° Tous les êtres sont des ferments dans certaines conditions de leur vie, car il n'en est pas chez lesquels on ne puisse momentanément suspendre l'action de l'oxygène libre; 2° la cellule ne meurt pas en même temps que l'être ou l'organe dont cette cellule fait partie; 3° M. Pasteur pressent, par les résultats déjà obtenus, qu'une voie nouvelle est ouverte à la Physiologie et à la Pathologie médicales.

» Tout être, ou plutôt un organe dans cet être, ou, dans cet organe, un ensemble de cellules, peuvent se comporter comme des ferments. Cette proposition, nous l'avons émise et expérimentalement démontrée depuis

longtemps, et nous avons de plus fait voir les parties qui, dans la cellule, dans l'organe ou dans l'être, étaient vraiment actives et comme impérissables. L'œuf, M. Béchamp l'a démontré, abstraction faite de ce qui sera l'embryon, ne contient rien d'organisé que les microzymas; tout dans l'œuf, au point de vue chimique, sera nécessairement l'œuvre des microzymas; que, dans cet œuf, l'ordre soit troublé par de violentes secousses, que se passe-t-il? Les substances albuminoïdes et les corps gras restent inaltérés, le sucre et les matières glucogènes disparaissent, et, à leur place, on trouve de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide butyrique; il s'est passé là une fermentation parfaitement caractérisée. Voilà la fonction des microzymas de l'œuf. Dans l'être en puissance, il existe donc déjà des microzymas, des microphytes ferments, qui sont les agents et la cause de tous les phénomènes observés (1).

» Et quand l'œuf d'oiseau aura accompli sa fonction, qui est de donner un oiseau, les microzymas auront-ils disparu? Non; on peut les suivre dans tous les éléments histologiques (2); ils préexistent, on les retrouve pendant le fonctionnement et la vie de ces éléments; on les retrouvera encore après la mort : les tissus ne vivent que par eux.

» La partie des êtres organisés essentiellement active et vivante, disent les physiologistes, est le protoplasma granuleux. Nous avons fait un pas de plus, et nous disons : ce sont les granulations du protoplasma; et, tandis que leur énoncé est une sorte de vue de l'esprit, nous donnons à nos conclusions les preuves expérimentales les plus variées, les plus positives. Bichat considérait les tissus comme des éléments du corps des animaux supérieurs; avec le secours du microscope, on a découvert des particules ténues bien délimitées, des cellules; on les a regardées à leur tour comme des parties élémentaires, comme le dernier terme de l'analyse, comme une sorte de molécule vivante.

» Nous avons dit à notre tour : La cellule est un agrégat d'un nombre infini de petits êtres, ayant une vie indépendante, une histoire naturelle à part. Cette histoire naturelle, nous l'avons faite tout entière. Nous avons vu les microzymas des cellules animales s'associer deux à deux ou en plus grand nombre, s'allonger jusqu'à devenir des bactéries ou même des bacté-

(1) *Sur la fermentation alcoolique et acétique spontanée des œufs* (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 523).

(2) *Du rôle des microzymas pendant le développement embryonnaire* (*Comptes rendus*, octobre 1872).

ridies (1). Nous avons même vu des bactéridies très-longues (sorte de *mycelium*), un peu plus larges, et, dans les tubes qu'elles représentaient, des granulations qui n'attendaient qu'un milieu favorable pour renouveler la série des phénomènes observés. Et pendant toute cette évolution nous avons démontré que les microzymas sont personnellement des ferments (2).

» Nous avons ensuite étudié le rôle de ces microphytes ferments en Physiologie, en Pathologie et après la mort. Nous avons d'abord constaté leur importance dans le fonctionnement des appareils sécréteurs (3), et ce fonctionnement n'est, après tout, qu'un mode particulier de la nutrition. Nous les avons considérés comme facteurs de cellules (4); nous les avons vus destinés à donner la clef des difficultés qui séparent les deux théories les plus célèbres du développement des tissus.

» Nous avons proclamé aussi l'importance des microzymas en Pathologie :

« Dans la fièvre typhoïde, disions-nous en 1869, dans la gangrène, dans les maladies charbonneuses, l'existence des bactéries a été constatée dans les tissus et dans le sang, et l'on était fort disposé à voir là un fait de parasitisme ordinaire. Il est évident, d'après ce que nous avons dit, qu'au lieu de soutenir que l'affection a eu pour origine et pour cause l'introduction dans l'organisme et l'action consécutive de germes étrangers, on doit affirmer qu'on n'a eu affaire qu'à une déviation de fonctionnement des microzymas, déviation indiquée par le changement qui s'est opéré dans leur forme.... (5). »

» Le 3 mai 1870, M. Béchamp lisait un Mémoire devant l'Académie de Médecine touchant non-seulement à la Pathologie en général, mais à la Médecine pratique elle-même (6). Tous les travaux modernes sur la contagion et les virus sont sans fondements en dehors de la doctrine des microzymas.

« Après la mort, disions-nous encore au *Congrès médical de Montpellier* en 1869, il faut que la matière revienne à son état primitif, car elle n'a été prêtée que pour un temps à

---

(1) Particulièrement : *De l'origine et du développement des bactéries* (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 859).

(2) Voyez surtout : *De la fermentation de l'alcool par les microzymas du foie* (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1567).

(3) *Sur la nature et les fonctions des microzymas du foie* (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 421).

(4) *De la nature de la fibrine* (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 713); *Des globules du sang* (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 265).

(5) *Congrès médical de Montpellier*, 1869. — *Montpellier médical*, janv. 1870.

(6) Séance de l'Académie de Médecine, 3 mai 1870.

l'être organisé vivant. On a fait, dans ces derniers temps, jouer un rôle excessif aux germes apportés par l'air ; l'air peut en apporter, en effet, mais ils ne sont pas nécessaires. Les microzymas à l'état de bactéries suffisent pour assurer par la putréfaction le mouvement circulaire de la matière. »

» 1° Nous avons donc démontré, depuis longtemps, non-seulement que les cellules peuvent se comporter comme des ferments, mais quelles sont en elles les parties qui jouent ce rôle. 2° « La cellule, dit-on, ne meurt pas » en même temps que l'être ou que l'organe dont cette cellule fait partie. » Cette proposition est mal formulée : la cellule meurt assez vite, si l'on considère comme cellule l'enveloppe extérieure ou même le noyau. On sait qu'il est impossible de faire de l'histologie avec un cadavre, bien capable de fermentations variées; quelques heures après la mort, il est quelquefois impossible de retrouver une seule cellule épithéliale intacte. Ce qu'il faut dire, c'est que la cellule ne meurt pas tout entière; nous l'avons depuis longtemps prouvé, en élevant les parties qui survivent en elles. 3° M. Pasteur pressent qu'une voie nouvelle est ouverte à la Physiologie. En 1869, nous écrivions, comme conclusion de tous nos travaux antérieurs : « L'être » vivant rempli de microzymas porte donc en lui-même avec ces micro» phytes ferments les éléments essentiels de la vie, de la maladie, de la » mort et de la destruction totale. ». Cette voie nouvelle, nous ne l'avons donc pas seulement pressentie, nous l'avons vraiment ouverte depuis des années et hardiment parcourue. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une matière extraite d'un Champignon de la Chine;* Note de **M. P. Champion.**

« Les Chinois, chez lesquels les sciences positives et spécialement la Chimie sont presque inconnues, empruntent au règne végétal la plus grande partie de leurs médicaments. Parmi ceux-ci, certains sont doués d'une énergie remarquable, tandis que d'autres paraissent n'exercer aucune action sur l'économie.

» Pendant un voyage dans l'extrême Orient, notre attention fut attirée par une espèce de Champignon que les Chinois découpent en tranches minces, et dont l'infusion est spécialement employée dans certaines maladies vénériennes. Ce Champignon, qui porte le nom de *Fouh-ling,* se rencontre abondamment dans le commerce de la droguerie chinoise, et provient de la province du Sou-tchuen. Il présente souvent la grosseur du poing et est de forme ovoïde; certains échantillons acquièrent le poids

de 1 kilogramme. Le *Fouh-ling* est connu des botanistes sous le nom de *Pachyma pinctorum* (1).

» La matière que nous en avons extraite a été désignée par nous sous le nom de *pachymose,* en raison de son origine; elle présente une certaine analogie avec la gélose et la dialose (2), quoique ses caractères chimiques soient notablement différents.

» Lorsqu'on soumet à l'ébullition, ou à une macération prolongée, cette matière débarrassée de son écorce et réduite en poudre fine à l'aide d'une lime, elle se gonfle et acquiert une certaine transparence. En présence de l'ammoniaque, les cellules qui la composent augmentent de volume et la matière présente un aspect gélatineux.

» La matière normale se dissout, pour la plus grande partie, à froid dans la potasse concentrée; à chaud, la dissolution s'effectue rapidement, mais la liqueur se colore d'abord en jaune, puis en brun.

» Si, sur le porte-objet du microscope, on place une goutte d'ammoniaque, à la surface de laquelle on dépose une petite quantité de sciure, on voit les cellules se gonfler rapidement et adhérer les unes aux autres. En remplaçant l'ammoniaque par la potasse au dixième, la matière, aussitôt après son gonflement, se dissout, et l'on ne distingue plus que des téguments allongés, qui représentent sans doute les enveloppes des cellules.

» La matière normale renferme une substance azotée dont on peut la débarrasser à l'aide de plusieurs traitements à chaud par l'ammoniaque et l'acide acétique; on dissout ensuite dans la potasse au dixième le résidu du traitement, et l'on précipite par l'acide chlorhydrique la liqueur filtrée. On obtient ainsi une masse gélatineuse, qui solidifie une quantité d'eau considérable et présente un aspect analogue à celui du pectate de chaux. Lavée et séchée, elle fournit des plaques translucides, incolores, douées d'une certaine élasticité.

» La pachymose est insoluble dans l'eau, ce qui la distingue de la gélose et de la dialose. Dissoute dans la potasse, elle forme des combinaisons insolubles avec les sels de plomb et de chaux. Elle ne se dissout pas dans l'ammoniure de cuivre; mais, traitée à chaud par l'acide chlorhydrique étendu, elle réduit la liqueur cupropotassique. L'acide sulfurique concentré et l'acide azotique ordinaire la dissolvent en la décomposant, et la solution ne précipite pas par un excès d'eau. En présence de l'acide azotique

(1) Le Maout et Decaisne : *Traité général de Botanique,* p. 707.

(2) Payen : *Traité de Chimie industrielle.*

fumant ou du mélange nitrosulfurique, elle se gonfle et se transforme en un composé très-combustible, qui détone sous le choc à la manière du coton-poudre.

» D'après les analyses de M. Pellet, notre collaborateur, la composition de cette substance est représentée par les nombres suivants :

Carbone	32,25
Hydrogène	6,25
Oxygène	61,50
	100,00

qui correspondent à la formule $C^{20}H^{24}O^{28}$. »

HISTOLOGIE. — *De la numération des globules rouges du sang chez les mammifères, les oiseaux et les poissons.* Note de **M. L. Malassez**, présentée par M. Claude Bernard.

« La numération des globules rouges du sang a été fort peu étudiée jusqu'à présent. Cela tient sans doute à ce que la seule méthode connue, celle de Vierordt, est longue, délicate et compliquée, et qu'elle devient tout à fait impraticable lorsqu'il est nécessaire d'obtenir un grand nombre d'observations (1).

» Il fallait donc trouver une méthode plus simple et plus rapide, partant plus précise. C'est ce que j'ai essayé de faire, suivant en cela l'exemple de M. le Dr Potain. J'ai exposé ma méthode à la Société de Biologie dans les premiers jours de novembre ; voici brièvement ce en quoi elle consiste :

» Avec un appareil très-simple, imaginé par M. Potain en 1867, on fait un mélange très-exact de sang et de liquide conservateur; une gouttelette obtenue par une légère piqûre d'épingle suffit. Le mélange est introduit dans un petit appareil que j'ai imaginé, et qu'on peut appeler *capillaire artificiel;* c'est un tube en verre à parois et à canal central aplatis, dont on a calculé le volume pour chaque unité de longueur. A l'aide d'un microscope dont l'oculaire est quadrillé, on compte les globules compris dans un certain nombre de carrés.

» Comme on sait 1° quelle longueur du tube recouvrent les carrés, 2° à quel volume correspond cette longueur, il est facile, par un rapide calcul,

---

(1) Rollet avoue, dans son article *Sang* du *Manuel d'Histologie de Stricker*, qu'il faut compter, pour chaque observation, de 2 à 3000 globules, ce qui prend 1 heure. (*Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere.*) (Leipzig, 1869, p. 77.)

de dire quel est le nombre de globules par millimètre cube, unité de volume habituellement employée dans ce genre de recherches (1).

» Pour pratiquer le mélange, compter les globules, faire le calcul, il ne faut pas plus de dix minutes; et si l'on opère selon les règles, les erreurs possibles sont en moyenne de 2 *à* 3 *pour* 100, erreurs insignifiantes par rapport aux différences qu'on est à même de constater suivant les circonstances physiologiques et pathologiques.

» Cette méthode peut servir à compter, non-seulement les globules rouges, mais encore les globules blancs, et, d'une façon générale, les éléments microscopiques en suspension dans un liquide quelconque. Je ne m'occuperai ici que des globules rouges et des différences qu'ils présentent dans leur nombre chez les mammifères, les oiseaux et les poissons.

» Chez les mammifères, le nombre varie entre 3500000 et 18 millions par millimètre cube.

» L'homme en possède en moyenne 4 millions.

» Les caméliens en ont un nombre plus considérable, de 10 millions à 10400000. Chez la chèvre, le chiffre peut s'élever jusqu'à 18 millions.

» Le marsouin en a 3600000, ce qui est de beaucoup supérieur à ce que l'on trouve chez les poissons.

» Les oiseaux ont, chose inattendue, un nombre assez inférieur à celui des mammifères. Le chiffre le plus élevé est de 4 millions, le plus bas de 1600000; la moyenne ordinaire est de 3 millions environ.

» Chez les poissons, le nombre diminue encore, et, à ce point de vue, il y a une différence considérable entre les poissons osseux et les poissons cartilagineux; on pourrait presque en faire un caractère distinctif; les osseux ont de 700000 à 2 millions, les cartilagineux de 140000 à 230000.

» Cette différence est surtout frappante quand on compare des poissons qui ont les mêmes habitudes : turbot et sole d'une part, raie et torpille de l'autre. La raie et la torpille en ont beaucoup moins, tandis que l'hippocampe, qui s'éloigne de l'aspect ordinaire des poissons, a, comme les poissons osseux, un chiffre élevé de globules.

» On voit donc que le nombre des globules par millimètre cube diminue à mesure qu'on descend dans la série animale (2).

---

(1) Cette méthode sera exposée dans tous ses détails dans les *Annales d'Histologie*, qui doivent paraître prochainement.

(2) Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner le sang de Reptiles, et mes numérations sur les Batraciens ne sont pas assez variées pour que j'en puisse tirer quelque conclusion.

» Mais la richesse du sang ne s'évalue pas seulement en comptant le nombre de globules, il faut encore tenir compte de la surface, du volume et du poids de chaque globule, afin de savoir la surface, le volume et le poids de la masse globulaire par millimètre cube. Et encore ce ne serait pas tout, il faudrait pouvoir apprécier la quantité d'hémoglobine comprise dans chaque globule, et peut-être même la quantité de cette hémoglobine.

» Nous n'avons malheureusement pas de moyen exact pour résoudre ces questions importantes, et je me suis contenté de comparer le chiffre des globules avec leurs dimensions, ce qui peut se faire très-exactement.

» D'une façon générale, les globules sont d'autant plus volumineux que l'on descend dans la série animale; ils sont plus gros chez les poissons que chez les oiseaux, et plus gros chez les oiseaux que chez les mammifères. Or nous avons vu que le nombre suivait une progression inverse; on peut donc dire d'une façon générale que le nombre des globules est en raison inverse de leurs dimensions.

» Ce rapport n'est pas toujours constant : l'homme, par exemple, a moins de globules que le dromadaire et le lama, quoique les ayant plus petits; mais, dans la plupart des cas, il est vrai, surtout quand on compare des espèces peu éloignées. Exemples :

	Nombres.	Diamètres (1).
Chèvre	18000	3,5 μ
Renne	6700	4,5
Vache	4200	6
Cheval	6300	$\frac{1}{181}$ de millimètre (2).
Ane	5400	$\frac{1}{553}$

	Nombres.	Longueur.	Largeur.
Lama	10400	9 μ	4,5 μ
Dromadaire	10000	10,5	4,5
Poulet	3100	13,5	6,5
Dindon	2700	15	6,5
Spatule	3400	15	7
Autruche	1600	18	9
Canard	2800	$\frac{1}{78}$	$\frac{1}{150}$ (3)
Cygne	2300	$\frac{1}{71}$	$\frac{3}{145}$
Sole	2000	12	9
Anguille	1100	15	12
Hippocampe	700	15	15
Raie	230	25	14
Torpille	140	27	20

(1) μ signifie le micra ou millième de millimètre.

(2-3) Ces fractions sont extraites du *Traité de Physiologie* de M. Milne Edwards.

» La conséquence de ce rapport inverse entre le nombre des globules et leurs diamètres, c'est que la diminution dans le nombre est compensée par l'augmentation dans le volume; mais cette compensation n'est pas toujours exacte : c'est ainsi que les oiseaux gagnent plus par l'augmentation de volume qu'ils ne perdent par la diminution de nombre, comme le prouve la comparaison entre mes recherches et celles des auteurs qui ont évalué la richesse du sang en poids des globules (1). Ils ont, en effet, trouvé que les oiseaux avaient un poids de globules plus considérable que les mammifères.

» En résumé donc :

» 1° Le nombre des globules est plus considérable chez les mammifères que chez les oiseaux, et chez ceux-ci que chez les poissons;

» 2° Le nombre est presque toujours en raison inverse du volume des globules;

» Le rapport entre le nombre et le volume n'est pas proportionnel : les oiseaux gagnent plus par l'augmentation de volume de leurs globules, qu'ils ne perdent par la diminution dans leur nombre.

» Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Coste, à Concarneaux, et au Jardin d'Acclimatation de Paris, avec le concours de MM. Ranvier et Saint-Yves Ménard. »

MÉDECINE. — *Recherches expérimentales sur le traitement de l'asphyxie;* Note de **M. G. Le Bon**, présentée par M. Larrey.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les conclusions d'un travail sur l'asphyxie, qui sera développé dans un Mémoire que je lui soumettrai prochainement.

» Les expériences consignées dans ce travail ont pour but : 1° d'étudier la valeur des divers moyens thérapeutiques en usage contre les diverses formes d'asphyxie, notamment l'asphyxie par submersion; 2° de rechercher s'il n'y aurait pas contre l'asphyxie des moyens plus puissants que ceux en usage jusqu'ici; 3° de déterminer s'il n'existerait pas des causes physiologiques rendant impossible le retour des asphyxiés à la vie après un certain temps.

» Le résultat de mes recherches peut se résumer de la façon suivante :

(1) Prévost et Dumas, Denis, Andral, Gavarret et Delafond, Poggiale en France; Berthold, Hering, Nasse, Fr. Simon en Allemagne; John Davy en Angleterre.

» Le moyen le plus en vogue aujourd'hui contre l'asphyxie, celui que pratiquent les personnes qui suivent les instructions et emploient les instruments des boîtes de secours est l'*insufflation pulmonaire*. L'expérience démontre que ce procédé doit être rejeté complétement. Si, en effet, on se borne à placer le tube de l'insufflateur dans la bouche, l'air va dans l'estomac et non dans le poumon, et l'insufflation est inutile. Si l'on parvient à introduire le tube de l'insufflateur dans le larynx, ce qui est difficile, l'insufflation, à moins qu'elle ne soit pratiquée par une main très-exercée, sachant proportionner la quantité d'air à injecter à l'état de la circulation, n'est plus seulement inutile, elle devient nuisible. L'introduction d'une grande quantité d'air dans le poumon a pour résultat, non de produire des déchirures pulmonaires, comme on le dit quelquefois, mais simplement de dilater considérablement les vésicules de cet organe, et par suite de comprimer les capillaires pulmonaires et de contribuer ainsi à augmenter la gêne de la circulation, toujours entravée dans l'asphyxie. Du reste, la respiration artificielle permettant, sans aucun appareil, d'introduire dans le poumon un volume d'air suffisant, il ne peut jamais y avoir utilité à recourir à l'insufflation.

» La respiration artificielle, pratiquée par la méthode de Sylvester, qui consiste simplement, comme on le sait, à se placer derrière l'asphyxié et à élever ses bras de façon à les amener derrière la tête, ce qui élève les côtes et dilate le thorax, puis à les ramener le long du corps, ce qui abaisse les côtes, permet d'introduire dans le poumon un volume d'air plus que suffisant pour les besoins de l'asphyxié, ainsi qu'on peut s'en convaincre par des expériences cadavériques. Introduire beaucoup d'air dans les poumons, alors que la circulation est gênée, est, pour la raison indiquée plus haut, toujours nuisible; une très-minime quantité d'air est suffisante, attendu que, par suite du ralentissement de la circulation, la masse de sang qui arrive au contact de la surface pulmonaire est fort réduite et n'a besoin que de très-peu d'air pour être suffisamment oxygénée.

» La compression du sternum, conseillée par la plupart des auteurs comme complément de la méthode de respiration précédente, dans le but d'augmenter la quantité d'air à introduire dans le poumon, est essentiellement dangereuse. L'expérience prouve en effet que, lorsque les mouvements du cœur sont ralentis, la moindre pression sur lui arrête immédiatement ses battements. Pour cette raison, les diverses méthodes de respiration artificielle, dans lesquelles on comprime la poitrine de l'asphyxié avec les mains, un bandage ou des poids, doivent être rigoureusement proscrites

comme ne pouvant avoir d'autre résultat que d'achever rapidement les asphyxiés sur lesquels on les emploie.

» De quelque façon qu'on introduise de l'air dans les poumons d'un asphyxié, par insufflation pulmonaire ou par respiration artificielle, que cette dernière soit pratiquée comme nous l'avons vu plus haut ou par faradisation des nerfs phréniques, l'expérience prouve que l'introduction de l'air est complétement inutile quand la circulation est arrêtée, ce qui, dans l'asphyxie par submersion, arrive au bout de quatre ou cinq minutes environ. On comprend facilement en effet que, quand il y a stagnation du sang dans les poumons, l'introduction de l'oxygène y soit tout à fait sans objet, puisque les globules immobilisés ne peuvent plus aller porter aux éléments des organes l'oxygène qu'ils ont absorbé.

» Si, sur un lapin récemment asphyxié par submersion, et dont le cœur ne bat plus, on enlève avec précaution une portion de sternum et des côtes, suffisante pour qu'on puisse apercevoir facilement les mouvements du cœur, qu'on introduise ensuite une aiguille dans cet organe et qu'on mette son extrémité en rapport *permanent* avec un des pôles d'une pile de Daniell de plusieurs éléments, ou d'une petite bobine d'induction, l'autre pôle étant dans le rectum, on voit, pendant toute la durée du passage du courant, les battements de cœur s'arrêter ou se ralentir.

» Si l'on répète la même expérience sur un lapin préparé comme nous venons de le dire, et dont le cœur bat faiblement, ou même ne bat plus depuis quelque temps, mais qu'au lieu de laisser l'aiguille en rapport *permanent* avec le pôle de la bobine ou de la pile on la touche seulement une fois toutes les secondes, *soit avec le réophore de la pile, soit avec celui de la bobine*, on voit immédiatement les battements de cœur se réveiller s'ils sont éteints, ou s'accélérer s'ils étaient seulement ralentis.

» Si, sur un lapin récemment asphyxié et dont les mouvements respiratoires sont presque éteints ou suspendus, on enfonce une aiguille dans le diaphragme et qu'on la mette en rapport *permanent* avec un des pôles d'une pile de Daniell, de quarante éléments ou d'une bobine, l'autre pôle étant toujours dans le rectum, on ne produit aucun mouvement respiratoire si ces derniers sont complétement suspendus, ou on les arrête entièrement s'ils continuaient encore; mais si l'on touche d'une façon *intermittente* l'aiguille, soit avec le réophore de la pile, soit avec celui de la bobine, on produit un mouvement respiratoire à chaque contact. En la touchant 20 à 30 fois par minute, on produira 20 à 30 mouvements respiratoires dans cet intervalle.

» Les courants d'induction et les courants continus produisent donc exactement les mêmes effets sur le cœur et sur le diaphragme, dont ils peuvent à volonté arrêter ou réveiller les mouvements suivant la façon dont on les emploie. Les expériences précédentes indiquent nettement les causes de la divergence des résultats obtenus par divers physiologistes dans ces dernières années.

» Le conseil donné par les prescriptions du Conseil de salubrité, de ne pas chauffer au delà de 17 degrés le local où l'on soigne les noyés, de même que la recommandation faite par M. P. Bert, dans son récent ouvrage sur la respiration, d'éviter soigneusement de réchauffer les asphyxiés, sont complétement contraires aux enseignements de l'expérience. Un lapin âgé de dix jours, resté huit à dix minutes sous l'eau, ce qui est suffisant pour arrêter les mouvements du cœur, et que la respiration artificielle et l'électricité sont presque toujours impuissantes à ranimer, se ranime, après l'essai inutile de ces moyens, si on le plonge jusqu'au cou dans un bain dont la température est élevée graduellement de 37 à 48 degrés. Si ce qui est vrai pour le lapin l'est aussi pour l'homme, la chaleur, employée comme il vient d'être dit, sera sans doute le plus puissant des moyens à mettre en usage dans la mort apparente des nouveau-nés.

» En répétant la même expérience sur un lapin adulte, c'est-à-dire en le soumettant, après un séjour de huit à dix minutes sous l'eau, à un bain élevé graduellement de 37 à 48 degrés, on n'obtient d'autre résultat que d'amener rapidement chez lui la rigidité cadavérique; mais si, au lieu de plonger l'animal adulte asphyxié dans un bain à la température précédente, on le maintient dans un bain exactement à la température de son corps, soit 37 degrés environ, on reconnaît que les divers moyens usités contre l'asphyxie, respiration artificielle, électricité, etc., sont beaucoup plus efficaces que lorsqu'on les pratique à la température ordinaire, ce qui était du reste physiologiquement facile à prévoir.

» Par les divers moyens en usage contre l'asphyxie, on pourra ramener à la vie un animal qui aura séjourné de dix minutes à un quart d'heure dans de l'acide carbonique, mais jamais, quels que soient les moyens employés, on ne ramènera à la vie un lapin qui aura séjourné quatre à cinq minutes sous l'eau. Les courants continus les plus puissants peuvent rétablir artificiellement les mouvements du cœur et ceux du diaphragme, mais ils sont impuissants à rappeler la vie. Il faut donc renoncer aux espérances fondées sur leur emploi et qui attendaient toujours, du reste, la confirmation de l'expérience; car, à l'exception de l'énoncé en quelques lignes des

observations faites par Aldini en 1806, sur des animaux noyés, on ne trouve aucune indication à ce sujet dans les travaux modernes.

» Si l'on recherche les causes physiologiques de l'impossibilité de ramener à la vie les animaux asphyxiés par submersion, après un délai très-court, on reconnaît, contrairement à l'opinion de la plupart des auteurs dont les observations ont sans doute été faites sur des animaux ouverts longtemps après la mort, que le cœur d'un animal adulte qui a séjourné quatre à cinq minutes sous l'eau sans respirer *contient toujours des caillots noirs volumineux*. Réveiller les mouvements du cœur qui ne bat plus est, comme nous l'avons vu, facile, mais forcer les caillots énormes que le cœur contient, et qui font l'office de bouchons, à franchir les capillaires, est évidemment tout à fait impossible. Tant qu'on n'aura pas résolu le difficile problème de dissoudre ces caillots, on ne réussira jamais à ramener à la vie un individu qui aura séjourné quatre à cinq minutes au plus sous l'eau. Les faits fort rares de sujets ramenés à la vie après un séjour prolongé sous ce liquide ne peuvent s'expliquer qu'en admettant que l'individu plongé dans le liquide a éprouvé, par frayeur ou par toute autre cause, une brusque syncope, et par suite que les mouvements du cœur et de la respiration se sont suspendus, ce qui l'a empêché de faire des efforts pour respirer, et l'a soustrait, par conséquent, aux effets de la submersion. »

ZOOLOGIE. — *Sur la valeur de certains caractères employés dans la classification des Poissons;* Note de **M. L. Vaillant**, présentée par M. Em. Blanchard.

« Plusieurs zoologistes, à l'exemple de M. Agassiz, ont cru devoir attribuer à la conformation des écailles une importance suffisante pour caractériser des groupes d'ordre supérieur; les découvertes anatomiques, en justifiant d'une manière si remarquable l'établissement de l'ordre des Ganoïdes, Agass., fondé respectivement sur ce caractère extérieur, ont semblé donner un grand poids à cette manière de voir. Cependant les ordres formés par le même auteur, les Cycloïdes et les Cténoïdes, méritent-ils d'être admis au même titre? C'est ce qui a été contesté, et l'examen des écailles chez les *Percina* justifie la contestation; les écailles présentent dans cette section des Percoïdes de très-grandes variations.

Dans une même espèce, il est parfois possible d'observer des modifications très-profondes, suivant le point du corps que l'on examine comme suivant les individus. Ainsi, chez les Aprons, quoique les écailles,

sur la presque totalité du corps, soient fortement pectinées et donnent même à l'animal cette âpreté au toucher dont, suivant Rondelet, ce poisson a tiré son nom, si l'on observe celles-ci sur une rangée transversale depuis le dos jusqu'à la ligne ventrale, on voit que, d'abord quadrilatères et pourvues de plusieurs rangées d'épines occupant tout le bord postérieur sur un assez large espace, elles s'allongent, tendent vers une forme ovale, qu'elles prennent absolument sur le ventre, tandis qu'en même temps l'aire occupée par les épines diminue au point de ne présenter que cinq ou six pointes rapprochées du bord ; chez certains individus, celles-ci disparaissent même absolument, et des stries concentriques parallèles au bord occupent toute la partie postérieure de l'écaille, c'est-à-dire qu'on retrouve absolument le type cycloïde.

» Toutefois, dans ce cas, on peut objecter, non sans raison, que cette singularité des écailles ventrales n'a qu'une valeur secondaire, celles qui recouvrent les autres parties du corps de l'Apron conservant toujours les caractères spéciaux de la famille des Percoïdes dans laquelle il est rangé. Il n'en est pas de même des types suivants. Chez l'*Enoplosus armatus* de la Nouvelle-Hollande, toutes les écailles, aussi bien celles de la ligne latérale que celles des flancs, ne présentent pas de bord pectiné et sont couvertes de sillons parallèles. Le fait a été vu par M. Agassiz lui-même, car il dit d'une manière très-précise, en donnant les caractères généraux des écailles dans la famille des Percoïdes (*Recherches sur les Poissons fossiles*, t. I, p. 85), que ce genre Enoplose doit prendre place parmi les Cycloïdes; cependant, dans la partie méthodique de son ouvrage (t.IV, p. 61), cet auteur met ce genre à côté des Perches proprement dites, en insistant sur l'heureux rapprochement fait à cette occasion par Cuvier, soit qu'il ait modifié sa première opinion sur la forme cycloïde de ces écailles, soit, ce qui est plus probable, qu'il ait cru devoir négliger le caractère artificiel tiré de ces appendices tégumentaires en face des autres particularités organiques. L'*Enoplosus armatus* étant, jusqu'à un certain point, anormal parmi les *Percina*, cet exemple pourrait peut-être encore laisser subsister quelques doutes; mais les *Siniperca* en fournissent un autre qui me paraît absolument irrécusable. Ces poissons sont des Perches par tout l'ensemble de leur organisation : la distribution des dents, la conformation et la disposition des nageoires ne permettent pas de les éloigner de ce genre, près duquel tous les zoologistes l'ont placé, et cependant le caractère des écailles est absolument contraire à ce rapprochement. Dans les échantillons assez nombreux que j'ai eu l'occasion d'examiner, et sur les deux espèces qui com-

posent actuellement ce genre, j'ai toujours trouvé des écailles fort allongées, la longueur étant près du double de la hauteur, à bord postérieur arrondi, orné simplement de sillons concentriques, en un mot parfaitement cycloïdes. Comme on le voit, même dans une famille des plus naturelles, et qui passe avec raison pour l'un des types les plus nets parmi les Cténoïdes, une étude attentive conduit à n'attribuer au caractère tiré de la conformation des écailles qu'une importance très-secondaire.

» En considérant ces parties sous un autre point de vue, j'ai été amené à des résultats qui m'ont paru singuliers par leur rapport avec la distribution et les équivalences géographiques de ces animaux; ces observations portent sur les nombres des écailles des lignes latérale et transversale habituellement employés en Zoologie descriptive. Les formules dont je me suis servi sont obtenues en calculant d'abord la moyenne des chiffres pris sur le plus grand nombre d'individus que j'aie pu observer dans une même espèce, ce qui donne des nombres aussi exacts que possible pour celle-ci: les différences sont d'ailleurs toujours minimes; puis je me sers de ces chiffres pour trouver une moyenne dans chaque genre. Pour le genre *Perca*, on obtient 9, 61, 18, le chiffre maximum, pour la ligne latérale, étant 65; pour le genre *Labrax*, 9, 59, 11, les chiffres minimum et maximum sont 50 et 70; pour le genre *Siniperca*, 25, 125, 82, le chiffre minimum est 120; enfin, pour le genre *Percalabrax*, 13, 89, 26, les chiffres minimum et maximum sont 82 et 92. On est conduit par l'examen de ces formules à cette conclusion, que les deux premiers genres, dont l'équivalence géographique avec les seconds est, je crois, évidente, offrent aussi des rapprochements par les formules des écailles; les nombres surtout, pour la ligne latérale, où la différence est plus saillante, étant moindres chez les premiers, les espèces des eaux douces auraient toujours de plus des nombres supérieurs à ceux des espèces marines correspondantes. En examinant, sous ce rapport, les espèces équivalentes des *Perca* et des *Labrax* de l'un et l'autre continents, on retrouve des faits de même ordre, quoique l'écart soit naturellement moins considérable; ainsi la formule, chez la *Perca fluviatilis*, étant 10, 65, 20, c'est-à-dire supérieure à la formule moyenne, tandis que celle des deux espèces américaines, *Perca flavescens* et *Perca acuta*, serait 9, 59, 17, c'est-à-dire inférieure, les formules pour les *Labrax* correspondants sont dans le même ordre, les trois espèces européennes donnant la formule 9, 63, 11, tandis que les *Labrax lineatus* et *Labrax americanus* ne donnent que 9, 55, 11. Il ne faudrait pas sans doute exagérer l'importance de ces rapprochements, qui portent encore sur un petit nombre

de faits; mais il n'est pas sans intérêt d'appeler sur ce point l'attention des zoologistes.

» J'ajouterai que ces caractères coïncident avec d'autres particularités organiques qui justifient encore ces équivalences; ainsi, d'un côté, chez les *Perca* et les *Labrax*, la bouche est peu relevée, le chanfrein s'inclinant en une courbe assez régulière; la bouche est peu oblique en arrière et le corps proportionnellement renflé; les *Siniperca* et les *Percalabrax*, d'un autre côté, avec leur ouverture buccale souvent très-élevée, leur bouche plus ou moins inclinée et leur corps aplati, offrent au premier coup d'œil de grandes ressemblances l'un avec l'autre, et se différencient, au contraire, des genres européens et américains.

» En comparant entre eux les genres *Perca* et *Labrax*, si voisins l'un de l'autre qu'on pourrait être tenté, comme l'a proposé M. van der Hoeven, de revenir à l'idée ancienne en les réunissant en un seul, on remarque que les espèces du premier genre, espèces d'eau douce, sont peu nombreuses, variables, il est vrai, dans des limites assez étendues, comme le prouve, par exemple, l'examen de la Perche des Vosges (Blanchard), comparée à la *Perca fluviatilis* type, ou encore les trois espèces que Cuvier et Valenciennes avaient cru pouvoir établir sur des variétés de la *Perca flavescens;* mais, toutefois, la Perche d'Europe et celle d'Amérique sont très-semblables dans tous leurs caractères anatomiques essentiels; aussi quelques zoologistes ont cru pouvoir les réunir en une seule espèce; par contre, les *Labrax*, animaux surtout marins, offrent des différences beaucoup plus fixes, empruntées souvent à des dispositions organiques très-apparentes, comme l'arrangement d'un certain ordre de dents. Ainsi nos trois espèces méditerranéo-européennes présentent, dans la forme de la plaque dentaire vomérienne, un caractère différentiel très-nettement appréciable et qui se retrouve avec facilité sur des individus de toutes tailles; les espèces américaines offrent, dans les dents linguales, des combinaisons non moins variées, et certains auteurs ont cru y trouver des différences suffisantes pour établir à peu près autant de genres qu'il existe d'espèces. Il ne me paraît nullement justifié que les dents, en effet, toujours de même nature, soient en trois séries, en deux ou en une; si elles se trouvent dépendre, comme cela est le cas, du même organe, la langue, ce sont des adaptations fonctionnelles excellentes à constater au point de vue de la spécification, mais qui ne peuvent être considérées comme de valeur générique.

» Je puis, à ce propos, faire encore remarquer que le parallèle entre les *Perca* et les *Labrax* d'une part, les *Siniperca* et les *Percalabrax* d'un autre

côté, se poursuit également quant à la disposition des dents. Si les premiers se distinguent des seconds par l'absence de ces organes sur la portion terminale de l'appareil hyoïdien, les derniers présentent, sur les osselets intermédiaires qui supportent les arcs branchiaux, des plaques dentaires qui manquent chez les *Siniperca*, et peuvent, au point de vue physiologique, être rapprochées des dents linguales des *Labrax*. Ces observations montrent, en résumé, que, chez les Percoïdes, le type cténoïde ne peut être regardé comme d'une valeur absolue.

ZOOLOGIE. — *Sur la forme larvaire des Dragonneaux;* Note de **M. A. Villot**, présentée par M. Ém. Blanchard.

« J'ai fait connaître, dans une précédente Note (1), l'embryon et ses conditions d'existence; il me reste aujourd'hui, pour compléter cet exposé sommaire de mes observations sur les métamorphoses des Dragonneaux, à décrire la larve et son mode de développement.

» Ce n'est point dans le corps des Insectes, ainsi qu'on l'a cru jusqu'ici (2), mais bien chez certains Poissons, et notamment chez le *Cobitis barbatula* et le *Phoxinus lœvis*, qui pullulent dans tous nos ruisseaux, que vivent et se développent, *à l'état normal*, les larves des *Gordius*. Les Poissons, en général, sont très-friands de larves d'Insectes; mais tout le monde sait qu'ils recherchent avec une prédilection marquée les larves de Chironomites. Or c'est précisément dans ces larves que les embryons de Dragonneaux s'enkystent tout d'abord, ainsi que je l'ai montré. En les avalant, le Poisson avale en même temps les kystes qu'elles contiennent; larves et kystes arrivent donc dans son intestin : les larves sont digérées, les kystes se dissolvent, et les embryons qui y étaient renfermés sont mis en liberté. Ceux-ci s'installent aussitôt dans leur nouvel hôte; à l'aide de leur armure céphalique, ils pénètrent dans les membranes de l'intestin et s'y enkystent. Pour se convaincre de la réalité du fait, il suffit, en automne, d'ouvrir, de nettoyer et d'examiner au microscope, après l'avoir étalé sur une plaque de verre, l'intestin d'un individu appartenant à l'une des espèces que j'ai citées : on le trouvera parsemé de nombreux kystes con-

(1) *Sur la forme embryonnaire des Dragonneaux* (*Comptes rendus*, séance du 5 août, p. 363).

(2) De Siebold : *Mémoire sur les Vers rubanés et vésiculaires de l'homme et des animaux, et sur la reproduction des Helminthes en général* (*Ann. des Sc. nat. zool.*, 4e série, t. IV, p. 57; 1855).

tenant des embryons de Dragonneaux bien reconnaissables et des larves de ces mêmes vers à des degrés divers de développement. Jamais il ne m'est arrivé de n'en point trouver; quelquefois ils se touchent presque tous, tant ils se trouvent en abondance (1).

» L'embryon qui vient de s'enkyster est immobile et repose dans son kyste absolument comme dans l'œuf. La tête est entièrement retirée dans la cavité du corps; les stylets (2) de la trompe et les piquants des deux premiers rangs, réunis en faisceaux, en occupent le centre; les piquants du troisième rang, également réunis en faisceau, font saillie hors du corps, et il est facile de reconnaître à la longueur de ces derniers, ainsi qu'aux dimensions du corps et de la queue, à quelle espèce (3) appartient l'embryon. La queue est repliée sur le corps, ce qui donne à l'ensemble du ver la forme d'un fer à cheval. Le kyste ne ressemble nullement à celui qui abrite d'abord l'embryon dans le corps des larves de Chironomites; il est sphérique ou ovoïde, et formé d'une membrane peu épaisse, parfaitement transparente.

» La transformation de l'embryon en larve s'effectue de la manière suivante. La queue de l'embryon, dont la longueur primitive égalait à peine celle du corps, s'allonge de plus en plus, en s'atténuant à l'extrémité et en s'enroulant sur elle-même; le corps se développe aussi, l'étranglement qui le séparait de la queue s'efface, et ses plis transversaux se dédoublent. En même temps, le kyste augmente de volume, en formant autour de la larve une série de plis et de bourrelets concentriques. Le jeune Dragonneau a pris dès lors de nouveaux caractères et singulièrement compliqué ses affi-

(1) On trouve ordinairement, associés aux kystes de Dragonneaux, d'autres kystes contenant un petit Nématoïde enroulé en spirale plane et encore dépourvu d'organes génitaux. Son extrémité antérieure est nettement tronquée, son extrémité postérieure très-atténuée, obtuse et recourbée. Sa bouche est armée d'un seul stylet, très-long, invaginé et protractile. Ce doit être la larve du *Dorylaimus stagnalis* (Duj.).

(2) La description que j'ai donnée de l'armature céphalique, d'après des embryons imparfaitement développés et dont les parties n'étaient pas encore bien distinctes, renferme quelques inexactitudes. Il n'y a que trois stylets dans la trompe, et non quatre, comme je l'ai dit. D'autre part, les piquants des deux premiers rangs ne sont pas semblables, ainsi que je l'ai à tort indiqué; ceux du premier rang sont, à peu de chose près, semblables à ceux du troisième, et il n'y a que ceux du second qui soient en forme de V ou de fer de lance.

(3) Le *D. de Claix* et le *D. de Risset* de M. Charvet ne diffèrent pas du *G. aquaticus* et du *G. tolosanus* de Dujardin; mais ils représentent positivement deux espèces bien caractérisées.

nités. Sa queue, terminée en pointe aiguë, et son enroulement spiral le rapprochent déjà du type Nématoïde, tandis que par sa tête, dont l'armature n'a subi aucune modification, il ressemble encore aux Acanthocéphales.

» Que deviennent, en présence de ces faits que chacun peut vérifier, les assertions des naturalistes qui ont vu de véritables Gordius sortir de l'abdomen de divers Insectes terrestres (Carabes, Blaps, Forficules, Sauterelles, Grillons, etc.)? Elles nous montrent, s'il n'y a pas eu quelque erreur de détermination, que les embryons de Dragonneaux s'enkystent au besoin dans des Insectes très-différents, et se développent dans leurs tissus comme dans l'intestin des Poissons; mais il est bien évident que ceux qui se développent ainsi ne sont que des individus fourvoyés et, dans la plupart des cas, nécessairement perdus pour la reproduction; car, s'il faut admettre un concours de circonstances tout à fait fortuites pour s'imaginer comment des embryons de Dragonneaux, qui naissent nécessairement dans l'eau, peuvent arriver dans le corps d'un Carabe ou d'une Sauterelle, il n'est qu'un hasard vraiment providentiel qui puisse expliquer comment ces mêmes vers retournent dans l'eau, en sortant d'un Insecte qui vit nécessairement sur le sol. Ceci nous prouve une fois de plus que les conditions d'existence et de développement des vers parasites ne sont pas aussi simples que se l'imaginent certains naturalistes; que chaque espèce peut non-seulement vivre dans des animaux très-différents, mais encore s'y développer; que, par conséquent, il ne suffit pas d'avoir souvent rencontré le même Helminthe en voie de développement dans le même animal pour en conclure que tel est bien son mode normal de développement, mais qu'il faut encore être sûr qu'il s'y développe utilement pour la reproduction. En négligeant cette précaution, on s'expose à prendre l'exception pour la règle.

» En résumé, il résulte de l'ensemble de mes observations qu'on a eu tort d'assimiler, par analogie, le développement des Gordius à celui des Mermis. Les Mermis ne subissent, dans le cours de leur développement, que des métamorphoses incomplètes; ils sortent de l'œuf ayant déjà presque tous les caractères des adultes, et se bornent, dans leurs migrations, à passer de la terre humide dans le corps des Insectes, et du corps des Insectes dans la terre humide. Les Gordius, au contraire, sont soumis à des métamorphoses complètes et à des migrations autrement compliquées; car ils revêtent successivement trois formes distinctes, s'enkystent deux fois et changent trois fois d'habitat. A l'*état embryonnaire*, ils vivent d'abord dans l'eau, puis dans le corps de diverses larves aquatiques de Diptères;

à l'*état larvaire*, ils habitent l'intestin des Poissons; enfin, à l'*état parfait*, ils cessent d'être parasites et deviennent des vers fluviatiles.

» La détermination précise des formes embryonnaire et larvaire va naturellement faciliter l'étude de ces vers, qu'on avait tant de peine à se procurer sous la forme parfaite; et il est probable qu'en les cherchant à l'état de parasites, soit dans les Invertébrés, soit dans les Vertébrés, on acquerra la preuve qu'ils sont beaucoup moins rares et beaucoup plus répandus qu'ils ne l'ont paru jusqu'ici. Je me réserve d'ailleurs de publier prochainement un Mémoire accompagné de nombreuses figures, où j'exposerai, avec tous les détails nécessaires, l'ovogénie, l'embryogénie et la morphogénie de ces curieux Helminthes, dont le développement, avant mes recherches, était encore une énigme. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau silico-aluminate de manganèse vanadifère, trouvé à Salm-Château, en Belgique;* Note de **M. F. Pisani**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Ce minéral a été trouvé à Salm-Château, près Ottrez, en Belgique. Il se présente sous forme de petites masses cristallines tabulaires, engagées dans du quartz. Les cristaux sont fortement cannelés, allongés et sans terminaison. Ils présentent un plan de séparation très-facile, dans le sens de l'aplatissement. Clivage assez net dans une direction presque perpendiculaire à la surface cannelée et parallèle à la direction des stries. Je n'ai pu mesurer avec une approximation suffisante l'angle de ces deux faces, à cause des stries nombreuses de l'une d'elles. Cassure inégale. Translucide en lames minces. Double réfraction assez énergique. Deux axes optiques situés dans un plan perpendiculaire au clivage et presque parallèle à la surface cannelée. Bissectrice aiguë positive, normale à la face de clivage. Dispersion des axes très-forte; $\rho > \nu$. Les hyperboles, assez vagues, sont bordées par du rouge à l'intérieur et par du vert à l'extérieur. Dispersion *croisée* très-marquée, surtout lorsque le plan des axes est parallèle ou perpendiculaire au plan de polarisation.

» J'ai obtenu pour l'écartement apparent des axes dans l'air :

$2E = 71°22'$ rayons rouges.
$60°10'$ rayons jaunes.
$54°25'$ rayons verts.

» Comme on le voit, ce minéral possède une dispersion des plus fortes, l'écart entre les couleurs rouge et verte étant de 17 degrés. En présence

des résultats fournis par les propriétés optiques de ce nouveau minéral, on peut conclure que sa forme appartient probablement à un prisme rhomboïdal oblique. La face cannelée correspondrait à h^1 ou p et la face de clivage à g^1. Je pense pourtant que l'aplatissement des cristaux a lieu suivant h^1, car on peut considérer les cannelures comme un commencement de formation d'un prisme, dont je n'ai pas encore trouvé des faces mesurables, sur le peu de morceaux que j'ai eus jusqu'à présent à ma disposition.

» Ce minéral a un éclat vitreux, passant au résineux; légèrement nacré sur la face de clivage, résineux dans la cassure. Couleur jaune, jaune brunâtre. Très-fragile. Dureté = 7 environ. Densité = 3,577.

» Au chalumeau il fond très-facilement, avec bouillonnement, en un émail noir. Avec le borax, forte réaction de manganèse. Donne des traces d'eau dans le matras. Au spectroscope on voit le manganèse et la chaux. Inattaquable par les acides. Chauffé avec de l'acide phosphorique, il donne une liqueur presque incolore, devenant violette par l'addition de l'acide azotique.

» L'analyse de ce minéral m'a donné les nombres suivants :

		Oxygène.		Rapport.
Silice	28,70	15,29		5
Alumine	28,36	13,21	14,08	5
Oxyde ferrique	2,94	0,87		
Oxyde manganeux	26,40	5,95		
Chaux	4,30	1,22	8,90	3
Magnésie	4,32	1,73		
Oxyde de cuivre	1,30			
Acide vanadique	1,80			
Perte au feu	0,98			
	99,10			

» Cette composition est voisine de celle de la Masonite, en supposant dans celle-ci le fer remplacé par le manganèse; seulement, la Masonite contient 5 pour 100 d'eau et possède des propriétés optiques toutes différentes. On peut donc regarder ce minéral comme une nouvelle espèce de silico-aluminate, pouvant se ranger à la suite de la Masonite, et je propose de lui donner le nom de *Dewalquite*, en l'honneur de l'éminent géologue belge, M. Dewalque. La présence du vanadium dans ce silicate est assez curieuse, d'autant plus que très-peu de combinaisons de ce genre contiennent ce métal. Cependant on ne peut savoir au juste le rôle que joue le vanadium dans ce composé, car la présence du cuivre pourrait bien faire

supposer un mélange de vanadate de cuivre. Quant au dosage du vanadium, je ne le regarde que comme approximatif, à cause de la grande difficulté de séparation de ce métal et du peu de matière sur laquelle j'ai opéré.

» Pendant que je finissais de m'occuper de l'étude de ce minéral, j'ai appris qu'un chimiste allemand, M. le Dr Lasaulx avait fait en même temps que moi l'analyse de cette substance nouvelle et lui avait donné le nom de *Mangandisthen*, le considérant comme un disthène, dans lequel une partie de l'alumine serait remplacée par du sesquioxyde de manganèse. Cette supposition est toute gratuite, car le minéral ne contient que du protoxyde de manganèse, puisque, chauffé avec de l'acide phosphorique, il ne donne pas de masse violette. En outre, ses caractères cristallographiques et surtout optiques sont tout à fait différents de ceux du disthène; de sorte que le nom de *Mangandisthen* doit être supprimé. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains jurassiques supérieurs du département de l'Hérault;* Note de **M. Bleicher**, présentée par M. Daubrée.

« Il est généralement admis que dans le département de l'Hérault il n'existe pas d'étage jurassique supérieur au corallien; MM. Coquand et Boutin avaient cependant (1) émis une opinion contraire et regardé comme kimméridgiens les calcaires blancs lithographiques de la montagne de Thaurac, près de Ganges, où ils avaient reconnu l'*Ammonites Largilliertianus* de cet étage.

» Tel était l'état de nos connaissances sur ce sujet lorsque, sur cette même montagne de Thaurac, puis à Sainte-Croix-de-Quintillargues et dans le massif montagneux qui sépare Ganges de Sumène, au lieu dit *Camp de bataille* (2), nous trouvâmes une série de fossiles appartenant, selon M. Bayan, de l'École des Mines, à la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Baden (Suisse). Ces fossiles sont: *A. subfascicularis* d'Orb., *A. Lothari* Opp., *A. compsus*? *A. Staszycii* Zeusch, plusieurs *Ammonites* non encore déterminées, *Placunopsis*, *Terebratula*, *Lima*, *Rynchonella*, *Belemnites* voisines de la *Coquandianus*, *Aptychus* de grande taille, etc. A ce premier fait s'en joignit bientôt un second, celui de l'existence de la zone à *Terebratula diphya*, *Ammonites carachteis* Zitt., *A. colubrinus* Reinecke, *A. contiguus* Catull., *A.*

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XXXVI, 2e série, p. 854.

(2) C'est à l'obligeance de M. Michel, employé du chemin de fer à Ganges, que nous devons les fossiles de cette localité.

Staszycii Zeuschn., *Aptychus imbricatus*? H. de Meyer, *Rynchonelles*, *Térébratules*, etc., au-dessus des couches à faune de l'horizon à *A. tenuilobatus*, à Sainte-Croix-de-Quintillargues (Hérault).

» La limite supérieure de cet horizon était donc indiquée nettement et au-dessus des calcaires à *diphya* se développaient en ce point les calcaires marno-schisteux à faune néocomienne inférieure (1).

» Il restait à en tracer la limite inférieure; nous pensons l'avoir trouvée dans une coupe prise aux environs de Ganges. En effet, si l'on suit, de l'ouest à l'est, le terrain corallien de Cazilhac (2), en partant du fond du vallon qui s'ouvre derrière ce village, on le voit peu à peu disparaître sous un puissant massif de calcaire compact plus ou moins dolomitique et cristallin, contenant de rares fossiles indéterminables, polypiers, baguettes de cidaris, térébratules. Ce nouvel horizon se développe sur une sorte d'arête rocheuse peu élevée et fort étroite, qui forme le flanc droit du vallon de Cazilhac, et se trouve bientôt surmonté, au sud-est du village de Cazilhac-le-Bas, d'une série puissante de couches de calcaires lithographiques gris blanchâtre, qui forment le massif abrupt de la rive des gorges de l'Hérault entre Saint-Bauzille-de-Putois et Ganges.

» La rive opposée de la gorge de l'Hérault est formée des mêmes roches, caractérisées par les mêmes fossiles, et c'est surtout de ce côté, sur le versant nord de la montagne de Thaurac, au-dessus du village de la Roque, que nous avons trouvé en abondance les fossiles de la zone à *A. tenuilobatus*.

» Il paraît donc se trouver intercalé entre le corallien proprement dit et les couches à *diphya* surmontées du néocomien inférieur, et sa faune nouvelle pour le midi indique son indépendance de toute autre formation.

« Son extension est considérable, surtout à l'est et au nord de Ganges, car il constitue à lui seul les deux flancs de la vallée où se trouve cette ville. Plus loin, vers le sud, on le rencontre surtout à l'état d'îlots (Sainte-Croix-de-Quintillargues), entourés de néocomien redressé et plissé. De nouvelles recherches ne tarderont pas à multiplier le nombre de points où il pourra être observé.

» En résumé, la composition de l'horizon à *Ammonites tenuilobatus* parait être la suivante :

---

(1) Ces premiers résultats ont déjà été annoncés par nous dans une Note adressée au Président de la réunion de la Société géologique, à Digne (septembre 1872).

(2) Loc. cit., *Bull. Soc. géol.*, p. 843.

» 1° *Limite inférieure*, calcaire corallien compact blanc à *Diceras Escheri*, *D. Munsteri*, *Terebratula moravica*, *Cidaris bavarica*, *Nérinées*, *Phasianelles*, etc.

» 2° Calcaire esquilleux, compact plus ou moins dolomique, sans trace de stratification avec *Polypiers*, *Cidaris*, *Apiocrimus*, *Térébratules*, fossiles indéterminables, 100 mètres.

» 3° Calcaire compact, souvent lithographique, bien stratifié en bancs de 15 à 20 centimètres, à *A. subfascicularis*, *A. Lothari*, *A. Staszycii*, *Aptychus*, etc., 100 mètres.

» 4° Calcaire dolomitique, souvent siliceux, en banc épais, à rognons siliceux, avec *Polypiers*, *Térébratules*, *Exogyres*, fossiles peu déterminables, 50 mètres.

» 5° Calcaire marneux ou lithographique, en dalles minces, avec fossiles nombreux non encore déterminés, sauf *A. Lothari*, *A. Staszycii*, 80 à 100 mètres.

» 6° Calcaire marneux ou lithographique, souvent bréchoïde, en dalles, avec *T. diphya*, *A. carachteis*, *A. colubrinus*, etc., 15 à 20 mètres.

» 7° Calcaire marno-schisteux, gris jaunâtre, à *A. Calisto*, *A. occitanicus*, etc., limite supérieure.

» L'épaisseur de ces différentes divisions de l'horizon à *A. tenuilobatus* peut varier beaucoup; mais partout la faune est la même. Les caractères paléontologiques permettront toujours de le distinguer de l'oxfordien, avec lequel il a été confondu, tandis que les caractères lithologiques sont insuffisants, en raison de la grande analogie des roches dans les deux cas.

» Selon M. le professeur de Rouville (1), « l'oxfordien des environs de » Montpellier se compose de trois assises, qui sont de haut en bas : 1° des » marnes grises feuilletées; 2° des calcaires gris bleuâtre, plus ou moins » compacts, en bancs nettement stratifiés; 3° des calcaires gris plus clairs, » massifs devenant quelquefois dolomitiques. Le corallien spathique forme » sa limite supérieure. » L'assise n° 1 correspond à l'horizon de l'*A. transversarius* de l'argovien, et c'est celle que l'on peut confondre avec l'horizon à *A. tenuilobatus*. En effet, les marnes grises feuilletées sont le plus souvent surmontées de calcaire marneux en bancs réguliers, se levant en dalles minces comme les couches n°s 5 et 6 du tableau précédent, mais leur faune est différente. En effet, on y rencontre assez fréquemment les fossiles sui-

(1) *Thèse de Géologie*, 1852, p. 32.

vants : *Ammonites plicatilis*, *A. canaliculatus*, *A. crenatus*, *A. cordatus*, *Pseudodiadema areolatum*, de l'argovien de Suisse.

» La présence dans nos régions de couches jurassiques supérieures est également confirmée par les recherches récentes de notre collaborateur, M. Julien de la Salle, sur le causse de Campestre (Gard). Il s'y trouve, au point indiqué comme corallien par le savant et regretté Emilien Dumas, une série de couches de calcaire marneux en dalles, supérieure à l'oxfordien et contenant : *Exogyra bruntrutana* Th., *Terebratella substriata* Schloth., *Goniomya sulcata* Ag., *Mytilus*, *Arca*, *Astarte*, *Rynchonella*, Ammonites indéterminées.

» Cet ensemble d'espèces fossiles indique en ce point la présence du type *séquanien*, qui paraît y remplacer le type corallien proprement dit, comme l'admettent MM. de Loriol et Tombeck (1). En d'autres points du Larzac se développe dans les mêmes conditions le faciès jurassien à *Scyphia*, d'après une récente recherche de notre collaborateur. Il résulte de ces faits que les étages jurassiques supérieurs peuvent varier dans leurs faciès, suivant les lieux où on les étudie, et qu'on peut les rapporter aux types suivants : 1° *faciès corallien* proprement dit, à Polypiers, correspondant à 1 et 4 du tableau précédent; 2° *faciès séquanien* et à *scyphia*, avec Ammonites rares ; 3° *faciès à céphalopodes*, correspondant à 3 et 5 du tableau précédent.

» Le premier faciès ne dépasse pas, dans le Midi, le parallèle de Ganges; le second paraît le remplacer sur les hauts plateaux de l'Aveyron et du Gard; le troisième paraît s'être développé à une époque plus récente que les deux précédents, et s'être étendu surtout dans la région des basses Cévennes. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Analyse lithologique de la météorite de la Sierra de Chaco. Mode de formation de la logronite ;* Note de **M. Stan. Meunier**.

« La roche météoritique, désignée sous le nom de *logronite*, est représentée surtout par deux météorites remarquables par leur identité absolue. La première a été découverte dans la Sierra de Chaco, au Chili, et M. Domeyko en a publié une analyse minéralogique (2). La seconde est tombée à

---

(1) *Description géologique et paléontologique des étages jurassiens supérieurs de la Haute-Marne*, t. XVI, *Mém. soc. Linn.*, Normandie.

(2) *Voir* le Rapport de M. Ch. Sainte-Claire Deville sur ce travail dans les *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 551.

Barea, Logrono (Espagne), le 4 juillet 1842. Cette roche consiste dans le mélange de silicates magnésiens, plus ou moins voisins du péridot et du pyroxène, avec des grenailles métalliques de fer nickelifé. Minéralogiquement, elle ne diffère donc pas beaucoup de la plupart des météorites, et cependant elle s'en distingue au premier examen par sa structure et ses caractères extérieurs, c'est-à-dire sans doute par son mode de formation.

» Cette circonstance vient de ce qu'une analyse minéralogique n'est pas suffisante pour donner une idée exacte de la roche en question. Pour la connaître, il faut l'étudier en géologue, c'est-à-dire dans ses rapports avec les types connus de roches extra-terrestres. Or, à ce point de vue lithologique, auquel j'ai entrepris de refaire l'étude des principaux types de météorites, la logronite offre un intérêt tout spécial. Elle lie, en effet, par les actions géologiques, dont elle est manifestement le résultat, les météorites purement clastiques aux brèches de filons concrétionnés; en d'autres termes, on constate qu'elle est essentiellement bréchoïde, et sa portion métallique, comme le réseau de fer des météorites filoniennes d'Atacama et de Brahin (1) présente les caractères d'une concrétion.

» Il résulte de là que sa composition lithologique de la logronite est beaucoup plus complexe que sa composition minéralogique, des fragments de roches diverses formées de minéraux analogues s'y trouvant mélangés. Dans le Rapport, cité plus haut, M. Ch. Sainte-Claire Deville semble avoir prévu ce résultat, puisqu'il dit : « Peut-être l'analyse mécanique et microscopique donnerait-elle quelques notions plus précises sur la nature de cette masse lithoïde. »

» Pour étudier la composition lithologique de la logronite, j'ai eu recours, parallèlement à l'analyse chimique de fragments mécaniquement séparés, à l'examen d'échantillons polis appartenant à la chute de la Sierra de Chaco. Les deux échantillons portés, dans les collections du Muséum, au Catalogue 2.Q, sous les n°s 245 et 289, ont surtout fixé mon attention. J'indiquerai séparément les résultats fournis par la portion lithoïde et par la portion métallique.

» *Portion lithoïde.* — La partie lithoïde de la logronite comprend quatre sortes principales de fragments. Tous sont de formes essentiellement irrégulières, arrondies ou au moins émoussées.

» 1° Les plus volumineux, et en même temps les plus nombreux, sont noirâtres et très-cristallins. Ils sont susceptibles d'un très-beau poli, qui

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 588 et 717.

révèle leur nature complexe et leur structure très-remarquable. On constate très-nettement qu'ils consistent dans le mélange de deux substances qui diffèrent entre elles par la couleur et le poli. L'une d'elles constitue comme des îlots souvent très-découpés au milieu de l'autre, et celle-ci n'occupe pas une surface totale plus grande que la première. Pour bien distinguer ces deux substances l'une de l'autre, il est bon d'observer l'échantillon sous une incidence très-grande et dans un jour rasant. Dans toutes deux, on aperçoit de très-petites grenailles métalliques; mais dans l'une le fer est en petits filaments, tandis que dans l'autre il se présente en grains sphéroïdaux excessivement fins. L'analyse chimique d'un fragment de ce premier genre m'a montré qu'il est formé par l'association du péridot ferrifère avec un pyroxène contenant de la chaux.

» 2° La roche qui constitue la deuxième sorte de fragments est grenue et partiellement attaquable aux acides. Ces fragments sont d'un gris verdâtre dans leur région interne, mais toute leur périphérie est noirâtre. On y voit de très-fines grenailles métalliques, surtout abondantes vers cette dernière zone. La portion attaquable de cette roche offre la constitution du péridot, mais le résidu ne m'a pas paru avoir une composition s'accordant absolument avec la formule du pyroxyène. La réaction très-nette de l'alumine pourrait faire penser à la présence de minéraux feldspathiques. D'ailleurs il ne faut pas oublier que les essais n'ont pu être faits que sur de très-petites quantités de matière, et qu'il est très-difficile d'obtenir un triage parfait.

» 3° On remarque tout de suite de gros fragments d'un troisième genre, identiques avec ceux qui ont été signalés dans un travail précédemment cité comme faisant partie du fer filonien de Brahin. Ces fragments sont essentiellement formés de péridot lamellaire, fendillé suivant les plans de clivage, et leurs fissures renferment souvent des filaments longs et déliés de fer nickelé. Comme les précédents, ils sont enveloppés d'une zone noire, riche en très-fines grenailles métalliques.

» 4° Enfin, mais beaucoup plus rarement, on observe des fragments blanchâtres et spathiques, qui m'ont paru très-peu attaquables, et qu'en l'absence d'une analyse complète je suis porté à considérer comme étant de nature pyroxénique. Autour de cette roche blanche se voit aussi la région noirâtre citée plus haut.

» *Portion métallique.* — La partie métallique de la logronite est moins compliquée que la portion pierreuse. Elle se divise, à première vue, en deux sortes de grains.

» 1° Les uns sont relativement volumineux et tout à fait arrondis. On y

reconnaît la présence des deux fers nickelés, désignés sous les noms de kamacite et de tænite, que leur a imposé Reichenbach. Dans quelques points, apparaît le sulfure de fer appelé troïlite, qui se présente en petits grains ronds, résultant vraisemblablement de la section de rognons cylindroïdes. L'analyse chimique indique très-nettement la présence du phosphore, qui est probablement à l'état de schreibersite, ou phosphure double de fer et de magnésium.

» 2° Les autres sont beaucoup plus petits, allongés et reliés entre eux sous une forme ramuleuse. Ils constituent comme le ciment qui relie les divers éléments de la brèche polygénique qui nous occupe. Leur structure, comme on va le voir, les distingue des grains précédents; mais leur composition les en rapproche beaucoup. La kamacite et la tænite en sont les éléments minéralogiques importants, et le soufre et le phosphore que l'analyse y décèle indiquent la présence de la troïlite et de la schreibersite. Ces grenailles allongées sont mêlées, au moins dans certains points, de fer oxydulé, signalé déjà par M. Domeyko.

» *Mode de formation de la logronite.* — Ces divers éléments lithologiques de la logronite n'ont certainement pas une origine commune : il serait absurde de supposer que la roche ait pu se former d'un seul jet avec les caractères complexes qu'elle présente aujourd'hui. Les notions précédemment acquises dans l'étude d'autres météorites polygéniques autorisent à voir dans la masse actuelle une brèche dont le fer nickelé ramuleux constitue le ciment; et cette supposition si naturelle est confirmée par une foule de faits.

» En première ligne doit être cité l'état de la substance métallique. Les grains allongés cités plus haut offrent, par l'expérience de Widmannstætten, une structure tout à fait comparable à celle qu'on observe dans la partie métallique des brèches filoniennes d'Atacama et de Brahin, outre que, comme dans celles-ci, on observe que la substance métallique s'est introduite en filaments fort déliés dans les fissures de certains cristaux empâtés. Dans les grenailles, même les plus petites, les deux alliages sont disposés de la manière la plus régulière, d'après les formes mêmes de chaque grenaille. La kamacite est, en général, en contact avec les grains pierreux ou avec la croûte noire qui les enveloppe. La tænite est en lamelles tantôt parallèles à la périphérie des grenailles, tantôt parallèles entre elles, mais orientées en travers de ces mêmes grenailles.

» Les grosses grenailles arrondies ont une structure un peu différente. A première vue, on remarque que les acides y développent des figures com-

pliquées, en général très-régulières et fort analogues, par exemple, à celles du fer de Caille. La composition totale en est d'ailleurs également très-voisine, car j'y ai trouvé 92 pour 100 de fer et 78 pour 100 de nickel, nombres assez différents de ceux donnés par M. Domeyko pour l'ensemble de grenailles métalliques de la météorite chilienne. Au point de vue de la structure, ces grosses grenailles sont extrêmement instructives. Je ne puis donner ici une idée des diverses figures offertes par les grenailles que j'ai examinées, que des dessins pourraient seuls faire bien comprendre. Je me bornerai à dire que, pour certaines d'entre elles, les choses se passent comme si elles étaient des fragments arrachés à des masses plus volumineuses et amenées dans le conglomérat météoritique, où le fer ramuleux les aurait emportées en même temps que les fragments pierreux.

» A côté des conséquences que fournit l'état du fer dans la météorite de la Sierra de Chaco, il faut remarquer que la présence, dans cette météorite, de fragments irréguliers de roches, différentes les unes des autres, ne peut s'expliquer, d'après les considérations développées ailleurs, que par la conglomération de débris arrachés à des masses diverses ayant entre elles des rapports stratigraphiques antérieurs.

» Les notions maintenant acquises sur le métamorphisme météorique permettent d'apprécier, au moins dans une certaine mesure, les actions qui se sont fait sentir sur ces fragments pierreux; et, à cet égard, remarquons que la zone noire qui enveloppe beaucoup de ces débris n'est pas aussi simple qu'elle paraît à première vue : elle n'est pas identique à elle-même dans toutes ses parties. Une étude très-attentive m'a amené à y voir le résultat de deux réactions toutes différentes. D'abord, autour de certains grains pierreux, tels que ceux décrits ci-dessus sous les n°s 2 et 3, elle est formée par la modification métamorphique des minéraux composant ces grains, conformément aux faits déjà décrits (1). Puis, autour de tous les grains, même de ceux qui présentent d'une manière plus ou moins nette le métamorphisme en question, elle est due, sans aucun doute, à un apport de substances dont l'arrivée est probablement contemporaine de la concrétion du fer, et parmi lesquelles figure le fer oxydulé.

» Ajoutons que la formation de la logronite a été manifestement accompagnée de pressions très-considérables, car certains grains pierreux ont été brisés, puis leurs fragments, un peu écartés les uns des autres, ont

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 771; t. LXXII, p. 339, 452, 508; et t. LXXIII, p. 1284.

été ressoudés par l'émanation métallique : un exemple très-net de cette curieuse action se voit sur l'échantillon 289.

» En terminant cette première étude géologique de la logronite, je signalerai l'analogie de structure que présente cette roche cosmique avec certaines masses terrestres, telles que le grès à cuivre et à argent natif de Corocoro; car cette analogie de structure, indiquant sans doute une ressemblance dans le mode de formation, est peut-être de nature à éclairer certains points de l'histoire de notre propre globe. »

ASTRONOMIE. — **M. Le Verrier** communique, au nom de divers observateurs, les documents suivants, concernant l'essaim extraordinaire d'étoiles filantes, apparu le 27 novembre :

M. Alby, consul de France, à Port Empédocle (Girgenti, Sicile) :

« Hier soir (27 novembre), après la tombée de la nuit, avec un jeune employé du corps du Génie civil, nous avons compté, de $6^h 25^m$ à $6^h 55^m$ (heure de Rome), c'est-à-dire dans l'espace d'une demi-heure, plus de 700 étoiles filantes. Nous étions tournés, lui vers le midi, et moi vers le levant. Un peu plus tard, de 8 heures à $8^h 31^m$, le nombre total des étoiles filantes observées par nous s'éleva à 2274.

» Le centre d'irradiation nous a paru compris dans un grand cercle dont une ligne tirée d'Orion à Cassiopée peut être indiquée comme le diamètre. La plupart des météores étaient petits; un certain nombre d'entre eux avaient un éclat assez vif, mais aucun ne se distingua par sa grosseur ou par la longueur de son parcours.

» Ce matin (28), vers 2 heures, étant monté sur la terrasse de ma maison, je ne tardai pas à me convaincre que le phénomène avait beaucoup diminué. De $2^h 30^m$ à 3 heures, je ne comptai plus que 16 étoiles filantes. »

M. Barthélemy, professeur au Lycée de Toulouse :

« Hier mercredi 27 novembre, le ciel de Toulouse a été, dès le coucher du Soleil, illuminé par une apparition extraordinaire d'étoiles filantes qui frappait les plus indifférents.

» J'ai observé le phénomène depuis 6 heures jusqu'à 10 heures. Il y avait en moyenne 50 étoiles par minute, sans tenir compte d'une innombrable quantité de petites lueurs.

» Sauf quelques très-rares exceptions, elles avaient toutes la même direction, qui était : en regardant vers l'est, de l'œil du Taureau au baudrier d'Orion; en regardant vers l'ouest, elles étaient parallèles à une ligne qui irait de la grande branche du Cygne à l'espace compris entre Altaïr et Véga de la Lyre. »

M. Baudrimont, à Bordeaux, constate l'apparition du phénomène :

« Ses devoirs de professeur l'ont empêché d'observer. Le préparateur de son cours, M. Belloc, a compté, de 6 heures à $6^h 15^m$, 226 étoiles se dirigeant vers le sud, tandis qu'une autre personne en comptait 127 allant de l'ouest à l'est. »

M. Bessière, à Cambeyrac (Lot) :

« Hier, vers les $10^h 30^m$, nous avons eu une véritable averse d'étoiles filantes. Quelques-unes se faisaient remarquer par l'éclat et l'étendue de leur lumière.

» A 10 heures, le phénomène était encore dans toute sa beauté. »

M. Bourdeau, à Pau :

« En moins d'une heure, de $6^h 30^m$ à $7^h 30^m$, j'ai compté 1250 étoiles filantes; suivant la proportion évaluée ensuite par quart d'heure, le passage n'a pas faibli jusqu'à $10^h 30^m$, où il ne m'a plus été possible de continuer l'observation. Mais plusieurs personnes m'ont assuré que le phénomène s'était prolongé fort avant dans la nuit. Les nombres que je vous cite donneraient, pour un seul observateur et en un intervalle de quatre heures, 5 000 étoiles. Comme l'abondance était à peu près égale dans quelque direction que le regard se portât, huit observateurs, qui se seraient partagé la voûte céleste pour l'explorer en entier, auraient pu constater, en moins de quatre heures, un total de 40 000 étoiles et peut-être, pour l'ensemble de la nuit, de 150 000.

» Le centre d'irradiation était dans Persée. Je n'ai pas remarqué de directions divergentes. Les étoiles traversaient l'atmosphère avec une vitesse uniforme, et leur immersion ne variait guère en durée. Quelques-unes seulement (3 à 4 pour 100 environ) pénétraient plus avant dans les couches aériennes, restaient un peu plus longtemps visibles, et marquaient leur passage par des traînées d'étincelles. La continuité des apparitions avait quelque chose de frappant. Le regard pouvait les attendre, sûr de les voir se produire à des intervalles rapprochés, et suivre dans une région déterminée du ciel des directions parallèles. »

M. Philippe Breton, ingénieur en chef à Grenoble, écrit à M. Wolf :

« Nous avons eu hier soir une averse d'étoiles filantes. Avec de bons yeux on les comptait par dizaines dans chaque minute. Le point radiant était entre Cassiopée et le carré de Pégase. Entre 7 et 8 heures du soir, deux enfants en ont compté cinq cents en dix minutes. Une personne en a compté cinq cents en un quart d'heure.

» Les apparitions sont devenues nombreuses dès la tombée de la nuit; elles avaient déjà été fréquentes dans la soirée du 26. »

M. Courtois, à Muges (Lot-et-Garonne), a vu le commencement de l'averse dès 5 heures du soir. Plus tard le firmament était sillonné par d'innombrables étoiles filantes qui paraissaient rayonner autour d'Algol. Quelques-unes avaient l'éclat d'étoiles de 3e grandeur. Vers $10^h 30^m$ et 11 heures le nombre des météores paraissait bien diminué. Des hommes dignes de foi affirment avoir vu à $7^h 30^m$ du soir une gigantesque étoile filante, un bolide, qui a éclaté vers le nord en produisant de nombreuses étincelles et laissant une traînée lumineuse qui aurait persisté pendant un quart d'heure.

M. Cruzel, à Vergnassade, près Monclar (Lot-et-Garonne), a vu, vers $5^h 30^m$, des étoiles filantes d'éclat différent paraître à des intervalles rapprochés :

« Vers chaque tiers de l'hémisphère au centre duquel j'étais, dit M. Cruzel, je constatai que, durant les deux premières heures, les étoiles avaient filé à raison de *une* par seconde, sans compter que, souvent, il en apparaissait trois, quatre, cinq et six à la fois.

» Pendant l'heure qui suivit, la chute fut un peu moindre. Je n'en comptai plus que *trois cents* en moyenne de 9 à 11 heures. Le nombre diminuant toujours proportionnellement au temps écoulé, il était arrivé, vers 4 heures du matin, à un chiffre assez faible, une, rarement deux étoiles toutes les trois minutes. Après les trois premières heures, le jet d'étoiles n'arrivait que par intermittences *irrégulières*.

» Il y avait plusieurs points radiants qui se trouvaient placés, à partir du zénith, sur une surface d'à peu près 45 degrés de rayon, les plus nombreux voisins du centre. Ceux d'où il jaillissait le plus d'étoiles se trouvaient vers Cassiopée, Persée, le Bélier, le carré de Pégase, la Baleine.

» La trajectoire de tous ces corps lumineux, dont quelques-uns avec traînée, allait de 3 à 40 degrés, et suivait assez régulièrement la ligne la plus rapprochée de l'horizon correspondant. Quelquefois pourtant les directions étaient dans tous les sens. Très-rarement les étoiles filantes s'éteignaient à moins de 20 degrés au-dessus de l'horizon. »

M. Denza, Directeur de l'Observatoire de Moncalieri (Turin), télégraphie le 28 novembre au matin :

« Hier soir, grande averse d'étoiles filantes, 33000 en six heures et demie; aurore boréale. »

M. Denza adresse en outre les explications suivantes :

« Une grande pluie de météores lumineux, jusqu'à présent inouïe dans nos contrées, a été admirée hier au soir ici, à Moncalieri, et je suis bien sûr qu'elle doit avoir été observée aussi en beaucoup d'autres endroits, vu sa singulière importance.

» Commencée à l'approche de la nuit, la chute des étoiles resta visible jusqu'à minuit et elle aura sans doute continué même ensuite, mais le brouillard nous empêcha de suivre plus longuement l'observation.

» Trente-trois mille quatre cents (33400) météores furent ici comptés pendant six heures et demie (depuis 6 heures jusqu'à minuit et demi) par quatre observateurs. Cependant ce chiffre ne représente que très-incomplétement la vraie affluence météorique; car dans les premières heures du soir et surtout dans celles du plus grand flux, qui fut vers 8 heures, dans quelques régions du ciel, c'était une véritable pluie de feu, tout à fait semblable à celles que l'on voit dans les feux d'artifices à l'explosion des *grenades*; celle-ci pourtant était continuelle, et les lignes de feux tombaient presque verticalement en foule et en ondées, plus minces et plus calmes. Ainsi l'on ne pouvait tenir note que des plus remarquables. Dans ce temps nos observateurs comptaient, en moyenne, quatre cents météores chaque minute et demie.

» Toutes les admirables et gracieuses figures que nous voyons tracées sur la voûte du ciel lors des grandes pluies météoriques de novembre, toutes vinrent charmer nos regards. De nombreux météores aux couleurs délicates et variées, plusieurs autres suivis de longues et brillantes traînées, un grand nombre de globes d'éblouissante lumière, quelques-uns du diamètre lunaire à peu près; des nuages transparents et luisants, qui çà et là en mille manières, se rompant dans l'atmosphère, s'ouvraient en faisceaux de rayons aux formes les plus vagues et bizarres. Quelques-uns de ces nuages s'arrêtaient de temps en temps dans la voûte céleste et se montraient encore pendant quelque temps; et il y en eut un qui, parti

à $6^h 35^m$, entre Persée et le Cocher, ne se dissipa qu'à $6^h 56^m$, c'est-à-dire après 21 minutes.

» Enfin l'aspect général du phénomène était celui d'un nuage cosmique qui, en rencontrant notre atmosphère, s'est ouvert et dissipé.

» La position du radiant, que je suis en train de déterminer soigneusement, et qui se trouve près γ d'Andromède, et l'époque de l'apparition nous portent à croire que le nuage ou courant météorique que nous avons traversé est le même qui se montre chaque année dans ces jours-ci, mais avec une bien moindre intensité. C'est le même qui, vu par Brandes le 7 décembre 1798, et ensuite observé de nouveau le même jour en 1830 par l'abbé Raillard, et ensuite en 1858 par Herrik et Flangergues, plus tard fut étudié par Fleis à Münster, et en 1867 fut reconnu par Zerioli à Bergamou. Maintenant son point de rencontre avec l'orbite de la Terre aurait lieu le 27-28 novembre.

» Or, par de très-probables calculs, il résulte que ce courant météorique suit la même orbite que la célèbre comète de Biela, dont on attendait en effet le passage cette année au mois d'octobre, et qui jusqu'à présent a été vainement recherchée par les astronomes. Par conséquent, rien de plus probable que le grand nuage météorique qui nous donna la pluie d'hier ne dérive d'une partie de cet astre troublé et dissous. Et il faut remarquer que, hier, l'orbite de la Terre rencontra celle de la comète à 66 degrés de longitude à peu près.

» Une belle aurore polaire fut admirée en même temps à Moncalieri, depuis $6^h 10^m$ à 8 heures environ. Son *maximum* d'intensité fut vers 7 heures; à cette heure le ciel de N.N.O. à N.E. était chargé d'une vive couleur rouge. Ensuite il resta toujours luisant et clair surtout de O.S.O. au N. D'ailleurs ce phénomène accompagne souvent les grandes apparitions d'étoiles filantes et donne lieu à beaucoup d'hypothèses et de conjectures.

» *P. S.* Je viens de recevoir des nouvelle de Turin, Bra, Dogliani, Mondovi en Piémont, ainsi que du P. Secchi à Rome et de S. Exc. le Prince de Lampedusa à Palerme. Tous me confirment la grande apparition dans ces régions.

» A Naples, le professeur de Gasparis comptait 2 météores par seconde à peu près. A Matère (Provinces méridionales), le professeur Vito-Cuzenio a observé avec trois aides 38 513 météores de 6 heures à minuit. A Mondovi, le professeur Bruno a enregistré 30 881 étoiles de $6^h 18^m$ à $2^h 15^m$ du matin.

» Dans toutes les stations le *maximum* a été observé entre 8 et 9 heures, et le radiant a été trouvé en Andromède. »

M. le Dr Fines, à Perpignan :

« Il est 10 heures, et pendant près d'une heure je viens d'admirer une magnifique pluie d'étoiles filantes qui sillonnent le ciel en paraissant rayonner autour de Cassiopée.

» Le nombre en est très-considérable, et je les ai vues partir trois et quatre à la fois. »

M. A. de Gasparis, Directeur de l'Observatoire de Naples :

« Hier au soir 27, vers 7 heures, nous avons remarqué une pluie très-nombreuse d'étoiles filantes. On en comptait 2 au moins par seconde. Le radiant, très-bien accusé, était près de γ Andromède, ayant la position $\alpha = 23°$, $\delta = +43°$. Les météores remarquables étaient en proportion d'un sixième. Il était vraiment merveilleux d'en voir jaillir 4 ou 5 ensemble au même lieu du ciel et suivre des routes presque parallèles.

» Le phénomène s'est maintenu avec la même intensité jusqu'à 9 heures du soir. Ce

matin, à 3 heures, on en voyait encore quelques-unes, et à 4 heures le phénomène était fini. Après 9 heures, les observations étaient interrompues par le temps devenu mauvais. »

M. Georgin, Directeur de l'École normale de Grenoble, écrit :

« Dans la nuit du 27 au 28, le ciel était littéralement sillonné d'étoiles filantes. Une première observation d'une durée de cinq minutes, faite de $8^h\,15^m$ à $8^h\,20^m$, a permis de relever 663 étoiles. A 9 heures, en cinq minutes également, on a constaté 466 apparitions. A $9^h\,10^m$, on n'en a plus compté en cinq minutes que 396. »

M. Giraud, Directeur de l'École normale d'Avignon :

« *Pluie d'étoiles filantes.* — Le 27 novembre, à $6^h\,40^m$ du soir, de nombreuses étoiles filantes sillonnaient le ciel, partant de Persée ou des environs et se dirigeaient vers tous les points de l'horizon ; les météores se suivaient sans interruption : j'avais de la peine à les compter. De $6^h\,45^m$ à $6^h\,50^m$, c'est-à-dire dans cinq minutes, nous avons, avec les élèves, compté 162 étoiles filantes. Si notre vue avait pu embrasser tout l'horizon, nous en eussions observé plus de 1.000. A $6^h\,50^m$, le ciel s'est subitement couvert de brouillards et de nuages. A $7^h\,20^m$, les nuages s'étant dissipés, nous avons repris nos observations. C'est alors que nous avons été témoins d'une véritable *pluie* d'étoiles filantes : on aurait dit un interminable bouquet d'artifice; il nous était impossible de compter les astéroïdes; il en partait à la fois de tous les points du ciel que nous pouvions découvrir, mais particulièrement de la constellation de Persée. Jamais, depuis que j'observe ces météores, en août et en novembre, je n'avais vu pareil spectacle.

» Le passage de l'essaim de novembre aurait-il eu lieu cette année plus tard que les années précédentes, ou bien cette pluie d'astéroïdes constituerait-elle un essaim particulier, différent de celui des 12, 13 et 14 de ce mois? Quoi qu'il en soit, je suis d'avis qu'à l'avenir il soit fait deux observations en novembre : la première pendant la nuit du 13 au 14, et la seconde pendant celle du 27 au 28. »

M. Kina, maire de Gréasque, Bouches-du-Rhône :

« Le 27, de 7 à 9 heures du soir, étoiles filantes innombrables sur tous les points du ciel. Le 29, de 10 heures à 11 heures du soir, étoiles filantes par intervalles. »

M. Justin Landes signale le phénomène à Sarlat. Il a commencé dès la chute du jour :

« Le nombre des étoiles filantes, dit M. Landes, ne fit qu'augmenter à mesure qu'on s'avança dans la nuit. Il était si grand, que j'ai dû renoncer à les compter. Elles pleuvaient de toute la surface du ciel que mon œil pouvait embrasser. Quelques-unes des étoiles traçaient des courbes, laissant après elles une traînée; le plus grand nombre descendaient perpendiculairement. Elles étaient blanches, et de petite et moyenne grandeur en général. Une seule, rouge et de la première grandeur, produisit en éclatant une vive lumière sur mon voisinage.

» A $10^h\,30^m$, le nombre commença à diminuer. La dernière étoile que j'aie vu tomber, à minuit, venait des Pléiades. A cette heure, le ciel s'est couvert. J'ajouterai que, durant le phénomène, on remarquait à l'est une lumière aurorale. »

M. Lemosy, à Mâcon :

« Hier soir, 27 novembre, nous avons assisté à une pluie d'étoiles filantes, d'une intensité extraordinaire, et qui peut rivaliser avec la grande apparition du mois de novembre 1833.

» Avec M. Puvis, nous essayâmes de compter les astéroïdes; bien que le ciel fût en ce moment à moitié couvert par les nuages, nous comptâmes plus de *mille* étoiles filantes en trente-cinq minutes; et combien nous avaient échappé! Nous dûmes bientôt renoncer à faire ce dénombrement, car, le ciel s'étant éclairci vers 8 heures, les étoiles filantes pleuvaient dans toutes les parties du ciel.

» Un professeur de l'École normale nous apprit que le phénomène avait été encore plus brillant de 6 heures à 7 heures. A $6^h 30^m$, ayant fixé le groupe des Pléiades, il vit paraître autour de ce groupe 104 astéroïdes dans l'espace d'une minute et demie.

» De 8 heures à 9 heures, l'averse a continué sans interruption; on voyait jusqu'à 20, 25, 30 étoiles à la fois! C'est donc *par milliers* qu'il faut compter les étoiles filantes qui ont paru hier au soir.

» A 9 heures, le vent du sud-ouest, qui soufflait avec une assez grande intensité, chassa de gros nuages noirs jusqu'à 10 heures environ. Dans les éclaircies et à travers les nuages légers, de brillantes étoiles filantes continuaient à se montrer.

» A $10^h 30^m$ le ciel s'éclaircit complétement. En ce moment l'intensité de l'averse nous parut un peu diminuée. A partir de $10^h 45^m$, nous pûmes compter les astéroïdes qui paraissaient pendant chaque quart d'heure. Le tableau suivant vous fera voir avec quelle rapidité cette décroissance a eu lieu :

De $10^h 45^m$	à	$11^h 00^m$	ont paru	155	étoiles filantes.
11 00	»	11 15	»	97	»
11 15	»	11 30	»	85	»
11 30	»	11 45	»	57	»
11 45	»	12 00	»	41	»
12 00	»	12 15	»	43	»
12 15	»	12 30	»	37	»
12 30	»	12 45	»	23	»
12 45	»	13 00	»	15	»

» A 1 heure du matin, l'averse pouvait être considérée comme terminée.

» Toutes ces étoiles filantes rayonnaient d'un même point du ciel. Pendant toute la durée de l'observation, ce point radiant est resté le même. Les étoiles apparaissaient tellement nombreuses, qu'il nous a été très-facile de fixer la position du centre de radiation. Il se trouvait dans l'espace du ciel compris entre les constellations de Persée, Cassiopée et Andromède, et plus spécialement au point qui a à peu près pour coordonnées $\mathcal{A} = 30$ degrés, $\mathcal{D} = 40$ degrés; c'est-à-dire dans le voisinage des étoiles 51 et 54 d'Andromède.

» Parmi ces nombreux astéroïdes, nous n'avons pas vu de bolides; sauf cependant un globe filant rougeâtre, de 5 ou 6 minutes de diamètre, qui, à $10^h 15^m$, est parti sur Procyon, et, descendant vers l'horizon sans aucune traînée, a disparu derrière le toit d'une maison.

» Nous avons observé beaucoup de belles étoiles, mais la grande majorité de ces dernières étaient de la deuxième grandeur; elles décrivaient d'assez courtes trajectoires, géné-

ralement 5 ou 6 degrés, toutes avec des traînées. Avant de disparaître, elles semblaient s'user et se résoudre en poussière lumineuse. L'une d'elles n'a pas montré de noyau sensible, mais ressemblait à un petit nuage phosphorescent.

» En outre, un très-grand nombre de très-petites étoiles, parcourant de très-courtes trajectoires, ou brillant sur place, mouchetaient le ciel de tous côtés.

» Nous avons donc observé un phénomène qui, j'en suis sûr, fera époque dans l'histoire des sciences. Le point radiant de cet essaim était presque le même que celui de l'essaim du mois d'août. »

M. Mohn, directeur de l'Observatoire météorologique de Christiania :

« Hier soir 27, à $8^h 30^m$, M. Fearnley, directeur de l'Observatoire astronomique, M. Rubenson, directeur de l'Institut météorologique de Suède, qui se trouve ici présent, M. Pihl et plusieurs autres, avons observé une apparition d'étoiles filantes assez intermittente. De $8^h 25^m$ jusqu'à $9^h 3^m$ (temps moyen de Christiania) nous avons compté 660 étoiles filantes. Cependant l'air n'était pas très clair, et l'observation fut terminée à $9^h 3^m$, à cause des nuages couvrant le ciel. Lorsque l'air était parfaitement serein, ce qui n'était le cas que pendant quelques minutes, nous avons compté 100 étoiles filantes en quatre minutes. Nous avons trouvé le point de radiation comme suit :

	α	δ	
Au commencement de l'apparition. . .	27°	45°	(M. Mohn)
Plus tard.	25	47	(M. Rubenson)

» M. Fearnley donne $\alpha = 27°$, $\delta = 43°$ comme le centre d'un rayon de 3 degrés environ, d'où les orbites des étoiles filantes semblaient émaner.

» D'après M. Fearnley, *cette radiation appartient à la comète de Biela*. »

M. Rey de Morande, inspecteur des lignes télégraphiques à Bourg :

« L'averse d'étoiles filantes qui a été vue à Lyon le 27 novembre existait dès 5 heures du soir, lorsque les premières étoiles ont commencé à scintiller sur un ciel dépouillé, par le vent, de toutes brumes. Elle a été observée à Bourg dans des conditions analogues, mais moins favorables. Ces milliers d'étoiles filantes semblaient rayonner d'un point situé non loin du zénith et descendre verticalement, comme une fusée, en laissant derrière elles une traînée lumineuse qui persistait pendant plusieurs secondes. On ne dit pas cependant qu'aucune d'elles soit tombée à terre ou ait donné lieu à une détonation. Vers 9 heures du soir, le phénomène a diminué d'intensité sans cesser complétement. »

M. Roch, ancien professeur de physique à Metz, aujourd'hui curé de Bertignat, Puy-de-Dôme :

« Ce soir 27, depuis $6^h 30^m$, nous observons une pluie inimaginable d'étoiles filantes, parsemée de quelques bolides à traînées lumineuses, aux diverses couleurs.

» Toutes les étoiles semblent émerger d'un point central situé entre Cassiopée et le Triangle, à peu près à égale distance de ces deux constellations. La trajectoire est quelquefois sinueuse.

» A $8^h 30^m$, les apparences sont les mêmes. »

M. Lespiault, à Bordeaux, télégraphie dès le 27 au soir : « Pluie d'étoiles et de bolides venant de γ d'Andromède. » Une lettre du 28 donne les détails suivants :

« Hier mercredi, 27 novembre, à 7 heures du soir, je vous adressais un télégramme annonçant une magnifique pluie d'étoiles filantes venant de γ d'Andromède. Il était trop tard pour organiser des observations régulières. J'ai dû me borner à observer la durée du phénomène et à déterminer le point radiant avec toute l'exactitude possible.

» L'apparition avait commencé avant la nuit. Entre 6 et 7 heures, elle était dans tout son éclat. Un ciel très-pur laissait apercevoir les plus faibles météores. On pouvait en évaluer le nombre à cent environ par minute, et c'est aussi le nombre que l'on constatait à la même heure à Nérac, d'après un télégramme qui me parvenait à $7^h 20^m$. Jusqu'à $9^h 30^m$ du soir l'intensité du phénomène est à peu près la même. Des rayons se sont alors élevés de l'horizon et ont obscurci une partie du ciel. Jusqu'à minuit il n'y a plus eu que des éclaircies plus ou moins étendues; mais, à travers ces éclaircies, on apercevait toujours un nombre d'étoiles assez considérable pour laisser croire que la pluie continuait à peu près aussi abondante. A 1 heure de la nuit, le ciel était absolument couvert; à 3 heures, on apercevait quelques constellations, mais il ne paraissait que peu ou point de météores. A 5 heures, il pleuvait.

» La presque totalité des étoiles étaient blanches, brillantes et lentes. Nombre d'entre elles laissaient des traînées persistantes; j'ai observé quelques-unes de ces traînées, qui ne disparaissaient qu'au bout de dix à quinze minutes, après s'être déformées et légèrement déplacées sur le ciel. Le point radiant était facile à déterminer avec exactitude. Beaucoup d'étoiles étaient simultanées, et les origines de leurs trajectoires formaient un polygone dont le point central était constamment très-voisin de γ d'Andromède. Les météores les plus rapprochés de cette étoile, météores dont la course était lente et courte, conformément aux lois de la perspective, étaient les plus propres à donner avec précision le point radiant. Ils m'ont fait adopter un point à peu près équidistant de γ et de 50 d'Andromède. C'est presque identiquement le radiant trouvé par notre collaborateur M. Glotin, dont je vous envoie le dessin.

	Æ.	D. P. B.
Point radiant, d'après M. Glotin............	29°	43°
» d'après M. Lespiault.........	28	44

» Le 30, M. Lespiault annonce que son frère a observé l'essaim à Nérac. De 6 heures à 10 heures, le phénomène s'y est montré avec la même intensité. Quelques personnes y ont encore aperçu l'essaim avant le lever du Soleil.

» Le 28 au soir, par un temps très-clair, on ne voyait à Nérac aucune étoile filante; il en était de même à Bordeaux. »

M. Roussanne, à Bordeaux :

« Nous avons eu hier soir une pluie d'étoiles filantes. De $6^h 45^m$ à 7 heures, j'ai pu en compter plus de 300 dans une bande limitée du ciel; c'étaient exclusivement des Perséides.

» A 8 heures, 9 heures, 10 heures et 11 heures, même fréquence dans les apparitions.

» Ce matin à 4 heures je me suis mis en observation; mais il ne m'a pas été possible d'en voir une seule. Il est vrai que le ciel était voilé. »

M. Sclafer, à Bordeaux :

« Hier soir 27, à $5^h 45^m$, grande pluie d'étoiles filantes. Le phénomène va en s'accentuant de plus en plus ; à $6^h 30^m$, c'est une pluie de feu. »

M. l'abbé Vallet, professeur de géologie au grand séminaire de Chambéry (Savoie) :

« Dans la nuit du 27 au 28 novembre, la sérénité du ciel, entre 9 heures et minuit, m'a permis d'observer le brillant essaim d'étoiles filantes qui traversait, ce jour-là, les régions supérieures de notre atmosphère.

» 1° *Nombre par minute.* — Le nombre d'étoiles par minute, sur une bande d'environ 45 degrés, s'élevait parfois jusqu'à 20 ; à certains moments, je n'en comptais que 4 ou 5 ; la moyenne peut être évaluée à 12 par minute, ce qui porterait à plus de 2000 le nombre de ces météores en trois heures d'observation. Entre 10 heures et 11 heures, la belle constellation d'Orion a été traversée, dans le sens vertical, par plus de 100 étoiles qui semblaient se détacher de la région du *Taureau* pour aller s'éteindre dans celle du *Lièvre* et du *Grand-Chien.*

» 2° *Direction.* — La direction générale des trajectoires était N.O. — S.E. et N.E. — S.O. L'origine des jets lumineux se trouvait le plus souvent dans les constellations zodiacales des *Poissons*, du *Bélier*, du *Taureau*, des *Gémeaux*, et leur point de convergence dans la constellation de *Persée*. J'ai remarqué plusieurs de ces étoiles qui m'ont paru se dévier brusquement à l'Est avant de s'éteindre et se terminer en crochet, et trois ou quatre de première grandeur, dont la trajectoire allait de la tête du Taureau au carré de Pégase, direction presque perpendiculaire à celle de l'ensemble. A part ces quelques exceptions, tous ces météores semblaient, par un effet de perspective, tomber verticalement à peu près comme des fusées d'un feu d'artifice.

» 3° *Grandeur.* — Un certain nombre se présentaient sous la forme de très-minces filets phosphorescents et presque toujours sinueux. D'autres plus brillantes descendaient en ligne droite sans variation d'éclat ; mais la plupart se dilataient en tombant, projetaient parfois de brillantes étincelles sur leurs bords, et se terminaient, à la manière des bolides, par des renflements en fuseaux d'un rouge violacé.

» A minuit, j'ai cessé mes observations, après avoir constaté pendant la dernière demi-heure un affaiblissement très-sensible dans l'intensité du phénomène. »

M. Venner, Directeur de l'École normale de Tarbes :

« Le 27, vers $6^h 30^m$ du soir, jusque vers 10 heures, il y a eu des étoiles filantes en nombre très-considérable, et se dirigeant vers tous les points du ciel. »

M. Zurcher, capitaine de port à Toulon, adresse une Note de M. Dourdain, chef-guetteur au sémaphore de l'île Pourègue, Marseille :

« Hier 27 novembre, de $6^h 30^m$ à $7^h 30^m$ du soir, j'ai observé une vraie pluie d'étoiles filantes. Le ciel était très-clair et l'horizon chargé. Les étoiles filaient presque sans interruption. Il était impossible de les compter. Quelquefois elles partaient quatre et cinq ensemble. Elles allaient presque toutes vers le nord, au moins les neuf dixièmes, et cette pluie a duré pendant une heure, le ciel restant clair. A $7^h 30^m$, de gros nuages noirs sont montés du sud-est, et il a été impossible de préciser l'heure de la fin. »

M. Malinowski adresse de Cahors, sur le même sujet, une Communication dont nous extrayons ce qui suit :

« Une pluie d'étoiles a été observée à Cahors, le 27 novembre. A 6 heures du soir, les étoiles filantes sillonnaient toutes les régions du ciel; on distinguait encore quelques traînées lumineuses vers 11 heures.

» Ces fusées naturelles semblaient partir de toutes les régions du ciel et se dirigeaient dans tous les sens. Beaucoup se présentaient dans le voisinage de la Grande et de la Petite-Ourse, mais plusieurs ont paru aussi vers la constellation d'Orion et vers la partie équatoriale du ciel. Quelques-unes avaient une lumière jaune, comme les astres ordinaires, mais les autres, plus remarquables, apparaissaient comme des bolides, avec une lumière éclatante et bleuâtre. Ces corps se divisaient dans l'air en petites étincelles et disparaissaient complétement après avoir parcouru une ligne courbe parabolique plus ou moins longue.

» Aucun bruit n'a été entendu à Cahors pendant toute la durée de cette apparition lumineuse. »

M. Champouillon adresse une Note sur les effets produits par le borax et le silicate de potasse sur les trempes de malt. Les résultats conformes à ceux que M. Dumas a signalés ne lui ont rien fourni, il le regrette, qui permît d'utiliser ces sels pour la conservation des extraits de malt destinés aux usages thérapeutiques.

M. Sacc adresse une Note relative à la matière colorante de la carotte rouge.

Cette matière, très-peu abondante dans la carotte (1 pour 1000 environ), insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, plus soluble dans l'éther, se dissout en toutes proportions dans les huiles grasses ou essentielles, ainsi que dans le sulfure de carbone; elle paraît à peu près identique à la bixine.

M. Rœnler adresse une Note relative à un procédé de retournement des dessins, pour la gravure.

Le procédé consiste à élever, entre le dessin et le bois à graver ou la planche de cuivre, une glace verticale : en regardant la planche à travers cette glace, on voit sur la planche le dessin retourné. Il suffit alors de suivre avec le crayon les traits de l'image; on entaille ensuite les traits avec le burin. Un procédé analogue est applicable au moulage en relief, que l'on peut ainsi copier sur la nature elle-même.

M. Prunières adresse une lettre relative à des recherches faites dans le lac Saint-Andéol (Lozère), desquelles il résulte que les restes des con-

structions lacustres, qui avaient été attribuées à l'homme, sont l'œuvre des castors.

Ces rongeurs auraient vécu en société sur les montagnes voisines, à une époque inconnue, comme ils vivent encore dans quelques solitudes de l'Amérique du Nord. Les stratifications d'objets de toute nature, qu'on peut trouver dans le lac Saint-Andéol, s'expliqueraient par la coutume d'une fête bizarre, qui se célèbre annuellement sur les bords du lac depuis les temps les plus reculés.

Mlle MARIA CHENU adresse deux Notes, sur « les fonctions du grand sympathique » et sur une « Méthode pour l'observation du système nerveux ganglionnaire ».

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1872.

Annales de l'Agriculture française; octobre et novembre 1872; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 10, 1872; in-4°.

Annales du Génie civil; novembre 1872; in-8°.

Annales industrielles; n°s 18 à 22, 1872; in-4°.

Annales médico-psychologiques; novembre 1872; in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; feuilles 19 à 27, 1869; feuilles 1 à 8, 1870; feuilles 1 à 9, 1871; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^os^ des 3, 10, 17, 24 novembre 1872; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 179, 1872; in-8°.

British medical journal, n^os^ des 2, 23 et 30 novembre 1872; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n°s 9-10, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Comptes rendus n° 4, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 1er et 2e trimestres, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; novembre 1872; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; juillet et août 1872; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 19 à 24, 1872; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; mars 1871; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 novembre 1872; in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 10, 1872; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; nos 69 à 71, 1872; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 11, 1872; in-8°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 9, 1872; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 19 à 22, 2e semestre 1872; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 40 à 43, 1872; in-4°.

Écho médical et pharmaceutique belge; n° 11, 1872; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 127 à 140, 1872; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 44 à 48, 1872; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; septembre et octobre 1872; in-8°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 3e trimestre, 1872; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; juin à août 1872; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 44 à 48, 1872; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 186 à 190, 1872; in-8°.

Journal de l'Eclairage au Gaz; nos 21, 22, 1872; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; novembre 1872; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; novembre 1872; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 20 à 22, 1872; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 30 à 33, 1872; in-folio.

Journal de Zoologie; t. I, n° 5; 1872; in-8°.

Journal de Physique théorique et appliquée; nos 10 et 11, 1872; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 21 à 23; 1872; in-8°.

La Revue scientifique; nos 18 à 22, 1872; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 45 à 49, 1872; in-4°.

L'Aéronaute; novembre 1872; in-8°.

L'Art dentaire; novembre 1872; in-8°.

L'Art médical; novembre 1872; in-8°.

L'Imprimerie; septembre 1872; in-4°.

Le Gaz; n° 5, 1872; in-4°.

Le Messager agricole; n° du 10 novembre 1872; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 21, 22, 1872; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; novembre 1872; gr. in-8°.

Les Mondes; n°s 9 à 13, 1872; in-8°.

Magasin pittoresque; novembre 1872; in-4°.

Marseille médical; n° 11, 1872; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; juin et juillet 1872; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; août 1872; in-4°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 9, 1872; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de Médecine; n° 5, 1872; in-8°.

Nature; n° 158, 160, 1872; in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; novembre 1872; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; octobre 1872; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; novembre 1872; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; novembre 1872; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 21 à 23, 1872; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 44; 4e année, n°s 1 et 2, 1872; in-8°.

Revue maritime et coloniale; novembre 1872; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; novembre 1872; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n°s 17 et 18, 1872; in-8°.

The Food Journal; n° 34, 1872; in-8°.

The Journal of the Franklin Institute; octobre et novembre 1872; in-8°.

The Mechanic's Magazine; n^os des 9, 16, 30 novembre 1872; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 novembre 1872.)

Page 1379, ligne 16, *au lieu de* Colin, *lisez* Cohn.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note accompagnant la présentation d'un Ouvrage intitulé :* Dictionnaire de Médecine, etc. (1); *par* **MM. Littré** *et* **Ch. Robin.**

« Bien que l'Ouvrage que nous avons l'honneur d'offrir à l'Académie soit un *Dictionnaire*, il est autre chose qu'un simple livre d'érudition. Il offre un caractère qui le distingue des divers livres de ce genre, et c'est pour cela que nous avons cru pouvoir le présenter à cette Assemblée.

» Une doctrine scientifique a présidé à sa rédaction, et a servi à établir un lien entre les définitions des divers termes désignant soit les objets, soit les phénomènes principaux que nous devons étudier sur l'homme et les autres êtres organisés. Des faits et des mots nouveaux, aujourd'hui adoptés dans la science, ont en outre trouvé, pour la première fois, leur place dans telle ou telle des quatre éditions de ce volume qui se sont succédé depuis 1855 (2).

(1) 13e édition, entièrement refondue. Paris, 1873, 1 vol. gr. in-8°; chez J.-B. Baillière et fils.

(2) Tels sont les mots *leucocyte* (1855), *myéloplaxe* (1855), *médullocelle* (1855), *myélocyte* (1855), *névraxe* (1865), *polyparésie* et ses dérivés (1873), *psycho-physiologie* (1873), *ostéoplaste*, *chondroplaste* (1855), etc.

» Tel qu'il est aujourd'hui, ce Dictionnaire donne le moyen de comprendre toutes les locutions usitées dans les sciences médicales, et facilite la lecture des auteurs anciens et modernes; il permet, par les indications qu'il fournit à l'occasion de chaque mot, d'éviter les recherches dont une érudition, même étendue, n'a pas toujours sous la main tous les éléments. Mais ce n'est pas seulement un vocabulaire, une liste de mots accompagnée d'explications succinctes : il est descriptif, non moins qu'explicatif.

» Ensemble cohérent et logique, ce Dictionnaire comprend d'abord les sciences dites auxiliaires, et à tort accessoires, car elles forment en quelque sorte la base et le fondement de la Biologie : c'est la Physique et la Chimie, dont les renouvellements, opérés pendant ces dernières années sur des portions considérables de leur système, ont été analysés en détail; c'est l'Histoire naturelle, qui a reçu d'amples développements, surtout au point de vue de ses relations soit avec la Physiologie, soit avec la Pathologie, soit avec la Pharmacie.

» L'Anatomie comparée, l'Anatomie générale, normales et morbides, la Physiologie générale et la Pathologie générale, enrichies graduellement de notions nombreuses et importantes, ont pris pour cela même une place considérable; c'est pour cela aussi que le microscope et ses applications fécondes, qui ne sont plus controversées, ont été l'objet d'un examen sérieux.

» Quant à la Médecine et à la Chirurgie proprement dites, on trouve pour chaque organe ses maladies; pour chaque maladie sa description et son traitement; pour chaque médicament son origine, son mode de préparation, ses caractères distinctifs, ses propriétés, etc.; pour chaque instrument ou appareil sa construction, ses applications, son manuel opératoire.

» L'hygiène publique et la salubrité, qui attirent de plus en plus l'attention générale, n'ont pas été omises.

» Enfin une place a été faite aux facultés morales et intellectuelles, cette part si importante de la Physiologie cérébrale, et à quelques renseignements sur l'histoire de la Médecine et sur la Pathologie historique.

» Les sciences médicales et vétérinaires s'éclairant et se complétant mutuellement par les rapprochements et les comparaisons que fait naître leur étroite liaison, la Médecine comparée et la Zootechnie ont reçu des développements en rapport avec l'intérêt qui s'attache à leur étude.

» Avec un cadre aussi vaste, assujetti à l'ordre alphabétique, il paraissait difficile de subordonner la rédaction de ce Dictionnaire à des idées philosophiques sur l'étude des sciences en général et de la Médecine en

particulier ; cependant il était important qu'une philosophie, par un lien secret, réunît les parties éparses. Grâce à la notion qui, de la Pathologie, fait un cas particulier de la Biologie ; grâce à la notion d'un ordre plus élevé qui, rangeant les sciences abstraites suivant une hiérarchie ascendante de complication (Mathématiques, Astronomie, Physique, Chimie, Biologie et Histoire ou Science sociale), vient donner l'enchaînement du savoir humain, il a été possible d'établir une unité réelle et profonde dans l'œuvre entière, et d'éviter le double écueil, soit d'admettre implicitement des principes qui émanent de systèmes différents et se contredisent, soit de renoncer misérablement à toute idée générale et à toute doctrine supérieure. »

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Partage de la force vive due à un mouvement vibratoire composé, en celles qui seraient dues aux mouvements pendulaires simples et isochrones composants, de diverses périodes et amplitudes. Partage du travail dû au même mouvement composé, entre deux instants quelconques, en ceux qui seraient dus aux mouvements composants* (deuxième Partie) ; *par* **M. DE SAINT-VENANT.**

» 6. Dans ces expressions (6) et (7) de la demi-force vive φ au temps t, et du travail τ à partir de la situation repère, mettons pour u_1, v_1, w_1 leurs diverses valeurs (3) $u_1 = u'_1 + u''_1 + ,\ldots,$ $v_1 = v'_1 + ,\ldots,$ $w_1 = ,\ldots,$ $u_2 = ,\ldots,$ relatives à tous les points du système.

» Si nous appelons respectivement

$$\begin{matrix} \varphi', & \varphi'', & \varphi''',\ldots, \\ \tau', & \tau'', & \tau''',\ldots, \end{matrix}$$

ce que seraient l'expression (6) φ et l'expression (7) τ pour des déplacements u_1, v_1, w_1, $u_2,\ldots,$ se réduisant successivement à chacun des n groupes de leurs composants $u'_1, v'_1, w'_1, u'_2,\ldots,$ $u''_1, v''_1, w''_1, u''_2,\ldots,$ cette substitution donnera, en ayant égard à ce que les h, k, l sont les seules constantes des formules (3) qui aient des valeurs différentes pour les divers points, et les signes $\mathbf{S}$ permettant, encore ici, d'effacer leurs indices 1, 2, 3,...,

$$(8)\quad \left\{ \begin{aligned} \varphi = \varphi' &+ \varphi'' + \varphi''' + \ldots \\ &+ \lambda'\lambda''\sqrt{s's''}\sin(t\sqrt{s'} + \varepsilon')\sin(t\sqrt{s''} + \varepsilon'')\,\mathbf{S}m(h'h'' + k'k'' + l'l'') \\ &+ \lambda'\lambda'''\sqrt{s's'''}\sin(t\sqrt{s'} + \varepsilon')\sin(t\sqrt{s'''} + \varepsilon''')\,\mathbf{S}m(h'h''' + k'k''' + l'l''') \\ &+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{aligned} \right.$$

$$
(9) \left\{ \begin{aligned} \tau = \tau' + \tau'' + \tau''' + \ldots \\ -\lambda'\lambda'' \frac{s'+s''}{2} \cos(t\sqrt{s'}+\varepsilon')\cos(t\sqrt{s''}+\varepsilon'')\mathrm{S}m(h'h''+k'k''+l'l'') \\ -\lambda'\lambda''' \frac{s'+s'''}{2} \cos(t\sqrt{s'}+\varepsilon')\cos(t\sqrt{s'''}+\varepsilon''')\mathrm{S}m(h'h'''+k'k'''+l'l''') \\ -\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \right.
$$

» 7. Nos deux théorèmes exigent, pour être vrais, que ces expressions de φ et de τ se réduisent à leurs premières lignes

$$\varphi' + \varphi'' + \varphi''' +, \ldots, \quad \tau' + \tau'' + \tau''' + \ldots.$$

» Pour nous assurer si une pareille réduction a bien lieu, il n'est pas nécessaire de discuter les propriétés des racines s', s'',... de l'équation en s ni ce qui en résulte pour les divers h, k, l, dont les rapports à l'un d'entre eux sont fournis par des déterminants mineurs égalés à zéro. Il nous suffira d'exprimer que les mouvements définis par l'équation (5) satisfont, comme ils le doivent faire, au théorème général des forces vives et du travail.

» D'après ce théorème, en effet, le travail, mesuré par l'excès l'une sur l'autre des deux valeurs de τ pour deux instants quelconques $t = t_1$, $t = t_2$, est constamment égal à l'excès correspondant des deux valeurs de φ. D'où il suit que la différence entre les deux quantités φ et τ, relatives au même instant, ne doit point varier, et que, dans tout le cours du mouvement, on doit avoir

$$(10) \qquad \varphi - \tau = \text{une quantité constante ou indépendante du temps,}$$

quantité qui serait la demi-force vive dans la situation d'équilibre des forces sur chaque point si le système passait par cette situation.

» Le temps, d'après les expressions (8) et (9), n'entre que dans les sinus et cosinus de $t\sqrt{s'} + \varepsilon'$, $t\sqrt{s''} + \varepsilon''$,.... Donc, toute la partie de la différence entre (8) et (9) qui est affectée de ces sinus et cosinus doit s'annuler.

» Or, les paramètres s', s'',..., ainsi que ceux h', k', l', h'',..., sont déterminés, avons-nous dit, par la constitution du système dans l'état statique, ou dans l'état de nullité des résultantes des forces, à partir duquel se comptent les déplacements u_1, v_1, w_1, u_2,.... Ces paramètres s, h, k, l ne dépendent, ainsi, nullement de ce qu'étaient les $3n$ déplacements u_1, v_1, w_1, u_2,..., ainsi que les $3n$ vitesses $\frac{du_1}{dt}$, $\frac{dv_1}{dt}$,... à cet instant initial $t = 0$. Mais les constantes d'intégration λ, au nombre de $3n$, et ε, en pareil nombre $3n$, dépendent de ces $6n$ données initiales. On peut donc, et même d'une infinité

de manières, sans changer la constitution statique du système, ni par conséquent aucun des paramètres que désignent les lettres h, k, l, disposer des $6n$ données initiales, de manière à annuler à volonté $3n-2$ des $3n$ constantes λ', λ'', λ''',....

» Soient λ', λ'' les deux constantes qui sont ainsi conservées ou non annulées, la différence (10) des deux expressions (8) et (9) se réduit à

$$(11)\left\{\begin{aligned}&\varphi-\tau=\varphi'+\varphi''+\varphi'''+\ldots-\tau'-\tau''-\tau'''-\ldots\\&\qquad+\lambda'\lambda''\left[\begin{aligned}&\sqrt{s'}s''\sin(t\sqrt{s'}+\varepsilon')\sin(t\sqrt{s''}+\varepsilon'')\\&+\frac{s'+s''}{2}\cos(t\sqrt{s'}+\varepsilon')\cos(t\sqrt{s''}+\varepsilon'')\end{aligned}\right]\mathrm{S}m(h'h''+k'k''+l'l'').\end{aligned}\right.$$

» Elle doit rester constante, d'après (10), pendant toute la durée quelconque du mouvement, ou être indépendante de t. Comme ε', ε'' peuvent avoir des valeurs quelconques, cela exige absolument qu'on ait

$$(12)\qquad \mathrm{S}m(h'h''+k'k''+l'l'')=0.$$

» Comme on peut annuler de même, à volonté, sans changer les h, k, l, les $3n$ constantes λ moins deux autres que λ', λ'' au moyen du choix des $6n$ données initiales, toutes les sommes **S** qui entrent dans les expressions (8), (9) de φ et τ sont nécessairement nulles. C'est la condition nécessaire pour que les mouvements déterminés par les solutions (5) observent le théorème des forces vives, de la manière dont ils doivent le faire dans tout système animé de forces qui ont un potentiel, ou pour lesquelles la somme générale

$$\mathrm{S}m\Sigma(\mathrm{X}dx+\mathrm{Y}dy+\mathrm{Z}dz),$$

représentant le travail élémentaire total des forces à chaque instant, est la différentielle complète d'une fonction des coordonnées de tous les points.

» 8. Par cette annulation des sommes **S**, l'équation (8) se réduit à $\varphi=\varphi'+\varphi''+\varphi'''+\ldots$ revenant, si V est la vitesse effective d'un point quelconque m, et si V', V'', V''',... sont les vitesses qu'il aurait séparément en vertu des mouvements simples ou rectilignes pendulaires composant géométriquement le mouvement vibratoire réel, à

$$(13)\qquad \mathrm{S}m\frac{\mathrm{V}^2}{2}=\mathrm{S}m\frac{\mathrm{V}'^2}{2}+\mathrm{S}m\frac{\mathrm{V}''^2}{2}+\mathrm{S}m\frac{\mathrm{V}'''^2}{2}+\ldots.$$

» C'est le théorème de partage de force vive, le premier de l'énoncé du titre, qui a été constaté, avons-nous dit, dans une série de cas particuliers



en 1865 (*). Il se trouve ainsi démontré généralement pour tout système en vibration.

» Cette même annulation des S réduit l'équation (9), en affectant des indices 1 et 2 les travaux τ supposés opérés depuis l'état repère jusqu'aux états du système aux temps quelconques t_1 et t_2,

$$(14) \qquad \tau_2 - \tau = (\tau'_2 - \tau'_1) + (\tau''_2 - \tau''_1) + (\tau'''_2 - \tau'''_1) + \ldots.$$

Cette équation démontre le second théorème, celui du partage du travail.

» On voit que l'égalité (12)

$$\mathbf{S}m(h'h'' + k'k'' + l'l'') = 0,$$

considérée comme s'appliquant à tous les couples de mouvements simples composants, remplace, dans les systèmes de points isolés, pour établir le partage de la force vive, l'égalité (1) $\int X'X''dM = 0$ se présentant dans les solutions de problèmes sur des corps ou des systèmes que l'on traite comme composés d'une infinité d'éléments jointifs dM de masse, et qui marque la subordination ou l'espèce d'harmonie nécessaire des amplitudes et aussi des périodes de vibration des mouvements simples: mouvements qui sont, alors, en nombre infini comme les termes des séries transcendantes exprimant les déplacements des points en fonction du temps.

» 9. Ce qui précède donne une idée suffisante de la raison de ces deux théorèmes. Ajoutons cependant qu'un cas semble, au premier abord, se soustraire à la démonstration qui précède, savoir le cas où les forces sollicitant les points matériels auraient, même en y comprenant celles qui viennent de l'extérieur, leurs sommes de composantes, pour tout le système, constamment nulles dans les directions des coordonnées; c'est-à-dire où l'on aurait, quelles que fussent les grandeurs relatives des petits déplacements $u_1, v_1, w_1, u_2, \ldots$,

$$(15) \qquad \mathbf{S}m\frac{d^2u}{dt^2} = 0, \quad \mathbf{S}m\frac{d^2v}{dt^2} = 0, \quad \mathbf{S}m\frac{d^2w}{dt^2} = 0.$$

» Alors, en effet, si l'on écrit régulièrement les uns au-dessous des

(*) M. Sonnet, dans une thèse de 1840 sur les vibrations longitudinales d'une tige prismatique, avait remarqué que si elle vibrait seule, ce qui est un cas simple où les temps des périodes sont inversement entre eux comme les nombres naturels impairs 1, 3, 5, 7,... les termes provenant des doubles produits des vitesses composantes disparaissaient quand on prend la force vive de toute la tige, due aux vitesses composées. Mais il n'en avait pas fait le sujet d'une observation susceptible de conduire à un théorème.

autres, terme à terme, les seconds membres des équations différentielles (2), on aura zéro, dans chaque colonne verticale, pour les sommes des coefficients A, ou B, ou C, appartenant aux 1re, 4e, 7e,... $(3n-2)^{ième}$ lignes qui donnent les produits des masses des points et des dérivées $\frac{d^2 u}{dt^2}$ de leurs déplacements projetés; zéro de même pour les sommes de ceux des 2e, 5e, 8e,... lignes, et zéro encore, toujours par colonne, avec les coefficients des 3e, 6e, 9e,... $(3n)^{ième}$ lignes, qui expriment les $m\frac{d^2 w}{dt^2}$. Sans entrer dans des détails qu'on trouvera au Mémoire de M. Lucas, nous dirons que l'équation en s, si l'on met zéro dans un de ses membres, a pour son autre membre le déterminant formé avec tous les mêmes A, B, C, qui sont aussi les coefficients des h, k, l dans les équations (4), en ayant soin d'ajouter, par transposition, les $m_1 s$, $m_1 s$, $m_1 s$, $m_2 s$,... des premiers membres aux A, B, C qui affectent les mêmes h, k, l dans les seconds; et qu'il suivra, des annulations de sommes par colonne, que tous les termes de l'équation en s se trouveront être divisibles par s^3. Comme les trois racines $s=0$ qui en résultent ne sauraient fournir de termes périodiques comme ceux dont nous avons composé les solutions (5) $u_1 = u'_1 + u''_1 + u'''_1 + \ldots$, $v_1 = \ldots$, ces solutions offrent trois constantes λ et trois constantes ε de moins (six en tout) que n'en comporte l'intégration des $3n$ équations différentielles du second ordre (2). Il faut alors, pour rendre complètes les intégrales (5), y suppléer en ajoutant respectivement aux u, aux v, aux w, des binômes linéaires

$$(16) \qquad \mathrm{a}t+\alpha, \quad \mathrm{b}t+\beta, \quad \mathrm{c}t+\gamma,$$

communs aux expressions de u, v, w relatives à tous les points, et qui, en effet, substitués seuls, respectivement, aux u, aux v, aux w dans les équations différentielles (2), y satisfont identiquement, eu égard aux annulations de colonnes de coefficients dont nous avons parlé.

Or cette addition de binômes linéaires ne changera rien aux conclusions; car elle apportera simplement, dans les expressions (8) et (9) de la demi-force vive φ et du travail τ, outre les sommes $\mathbf{S}$ de la forme (12), d'autres sommes

$$(17) \qquad \mathbf{S}m(\alpha h'+\beta k'+\gamma l'), \quad \mathbf{S}m(\mathrm{a}h'+\mathrm{b}k'+\mathrm{c}l'),$$

affectées des sinus et cosinus des $t\sqrt{s'}+\varepsilon'$,.... Pour que (10) $\varphi-\tau$ soit indépendant du temps comme il doit l'être, ces sommes $\mathbf{S}$ nouvelles devront né-

cessairement être nulles comme les autres, ce qui conduira, comme ci-dessus, aux égalités (13) et (14), exprimant les deux théorèmes de partage de force vive et de partage de travail qui étaient à démontrer.

» On pouvait, d'ailleurs, abstraire ces parties linéaires (16) des déplacements u, v, w, communes à tous les points; car elles représentent un mouvement du centre de gravité du système, qui donne, pour des forces quelconques, un travail séparé, et aussi, comme on sait, une force vive séparée, s'ajoutant purement et simplement à celles qui sont dues aux mouvements relatifs à ce centre, comme sont les mouvements vibratoires.

» On peut dire la même chose du mouvement accéléré qu'aurait le centre de gravité si le système tombait librement, et, aussi, des rotations générales que les divers points matériels, ou plutôt les points d'espace marquant leurs positions d'équilibre dynamique, seraient astreints à exécuter autour de points ou d'axes fixes. On sait, en effet, comme Coriolis l'a démontré (*), que les rotations générales qui, avec des vibrations, composent les mouvements effectifs, produisent, comme les translations, des forces vives séparées et des travaux distincts s'ajoutant simplement à ceux de vibration.

» En sorte que les deux théorèmes énoncés en tête de cet écrit sont applicables encore à ce cas, qu'on aurait pu d'ailleurs faire rentrer dans celui des numéros précédents, en regardant les points fixes comme des centres d'action de forces extérieures. »

PHYSIQUE. — *Sur la distribution magnétique;* Note de **M. Jamin.**

« Dans la dernière séance, M. Trève a communiqué une Note sur le magnétisme, dans laquelle il annonce, entre autres choses, que les pôles d'un aimant se déplacent et s'éloignent des extrémités quand on y adapte une armature de fer doux. Il croit le démontrer en plaçant vis-à-vis l'aimant une aiguille aimantée, en montrant que sa direction change après l'application du contact et en admettant que le pôle est dans la direction prolongée de cette aiguille.

» Il faudrait d'abord définir le mot *pôle;* il faut ensuite remarquer que, dans cette expérience, l'aiguille aimantée est soumise à l'action attractive de l'acier qui forme l'aimant, du fer qui constitue le contact, et encore à l'attraction ou à la répulsion du magnétisme libre de l'aimant. Elle se dirige suivant la résultante de cette action, résultante évidemment

(*) *Journal de l'École Polytechnique*, 24e Cahier; 1835, p. 101.

très-compliquée, qui dépend de la distance, du poids et de la forme du contact, et surtout de la distribution du magnétisme dans l'aimant et dans le contact; il est clair que la direction de cette résultante ne conduit à aucune conclusion précise.

» Ce qu'il faut déterminer dans cette question, c'est la distribution du magnétisme dans l'aimant, soit avant, soit après l'application du contact; c'est une question dont je m'occupe depuis longtemps, et dont je dirai quelques mots aujourd'hui.

» J'étudie cette distribution par deux procédés qui se corroborent l'un l'autre. Le premier consiste à placer sur un point de l'aimant un petit électro-aimant de fer doux enveloppé d'un fil de cuivre qui communique avec un galvanomètre et à l'arracher tout à coup. Il se produit un courant d'induction, une déviation galvanométrique, et la grandeur de l'arc d'impulsion permet de calculer, après une graduation convenable, l'intensité magnétique au point touché.

» Le second procédé, très-analogue à celui de Coulomb, consiste à placer sur le point qu'on veut étudier une petite sphère de fer doux soutenue par un ressort que l'on tend progressivement jusqu'à l'arrachement. Sa tension, à ce moment, est proportionnelle au carré du magnétisme en chaque point de contact.

» Si l'aimant a ses extrémités libres, on reconnaît que le magnétisme libre croît progressivement depuis la ligne neutre jusqu'aux extrémités. La courbe des intensités est très-voisine de celle que Coulomb a indiquée. Quand on applique un contact, tout change; deux pôles se montrent aux deux extrémités de ce contact; le magnétisme libre de l'aimant disparaît en partie; il augmente, en s'éloignant des deux extrémités jusqu'à un maximum, pour décroître ensuite vers sa ligne moyenne. Les conditions de ces modifications sont très-compliquées et méritent une étude très-suivie. Elles contribuent à produire les changements de direction de l'aiguille examinés par M. Trève; mais ces changements ne peuvent en aucun cas révéler la distribution magnétique du barreau, et il n'est pas possible de les résumer en disant que la position des pôles de l'aimant a changé. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations au sujet de trois Notes communiquées dans les dernières séances par MM.* Béchamp *et* Estor; *par* **M. Pasteur.**

« J'ai lu avec attention ces trois Notes, ou réclamations de priorité. Je n'y ai trouvé que des appréciations dont je me crois autorisé à contester l'exac-

titude, et des théories dont je laisse à leurs auteurs la responsabilité. Plus tard, et à loisir, je justifierai ce jugement. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse à la deuxième Note de M.* Bouillaud, *insérée dans le* Compte rendu *de la séance du 2 décembre; par* M. CLAUDE BERNARD.

« J'ai lu la deuxième Note de M. Bouillaud, et je dois déclarer que, pas plus que dans la première, je n'y ai trouvé un seul fait ni une seule expérience qui puisse servir de base à une discussion scientifique.

» Notre honorable confrère consacre les cinq premières pages de sa Communication à rapporter des extraits des Mémoires de Lavoisier *Sur la chaleur animale et sur la respiration.* Je crois inutile d'examiner en détail chacune de ces longues citations; je ne m'arrêterai qu'au passage qui résume la pensée de M. Bouillaud :

« Je ne puis, dit-il (p. 1434 du *Compte rendu*), renoncer à cette théorie de Lavoisier, fondée sur une analogie si frappante, tellement flagrante, sinon de vérité rigoureusement démontrée, du moins de vraisemblance et de probabilité, que, dès le premier abord, notre esprit, par je ne sais quelle illumination soudaine, lui donne son acquiescement... »

» On le voit, par cette citation textuelle, notre éminent confrère, dans cette deuxième Note, comme dans la première, ne tient à la théorie de Lavoisier, qui place le foyer de la chaleur animale dans le poumon, que par des motifs de pur sentiment, « par une illumination subite de l'esprit », ainsi qu'il vient de le dire; mais il n'en donne aucune raison scientifique qui soit de nature à être discutée.

» Je passe à la sixième et dernière page de la Note de M. Bouillaud, dans laquelle il dirige contre moi ses attaques bien peu justifiées. C'est avec une profonde tristesse, je dois le dire, que j'ai vu jusqu'à quel point mon illustre confrère de la Section de Médecine comprend mal mes travaux de Physiologie, et jusqu'à quel point il dénature mes opinions. M. Bouillaud voudrait faire croire que je combats la théorie du foyer de la chaleur animale dans le poumon pour lui en substituer une autre qui serait dans le foie. Il m'attribue ainsi l'intention de faire du foie le foyer exclusif de la chaleur animale, et il ajoute qu'il ne se sent pas tenté de renouveler une physiologie du moyen âge, en plaçant avec M. Claude Bernard le poumon dans le ventre. J'avoue que je ne comprends pas, et même que je ne cherche pas à comprendre l'argument si pittoresque de notre confrère; je me bornerai à dire que l'idée que me prête M. Bouillaud n'a jamais existé dans mon esprit, et que jamais personne que lui ne l'a découverte dans mes

écrits. Je m'empresse cependant d'ajouter que notre confrère apporte dans cette discussion la plus entière bonne foi, puisqu'il fournit lui-même au lecteur le moyen de rectifier immédiatement les erreurs de ses jugements. En effet, la page 1438 du *Compte rendu*, M. Bouillaud dit, en note : « Les » paroles attribuées par nous à M. Cl. Bernard se trouvent aux pages 52, » 103 et 134 du tome Ier de ses leçons *Sur les liquides de l'orga-* » *nisme*. »

» Or, si l'on s'en réfère à l'Ouvrage indiqué, on trouvera qu'à la page 52 je fais l'historique des expériences qui ont amené les successeurs de Lavoisier à placer le siége de la combustion dans les capillaires généraux, contrairement à l'hypothèse primitive de Lavoisier; qu'à la page 103 je poursuis le même sujet, en rapportant les expériences des auteurs qui m'ont précédé et les miennes propres pour démontrer que le poumon n'est pas le foyer de la chaleur animale; enfin, qu'à la page 134 je développe le sommaire de la leçon du 30 décembre 1857, ainsi conçu : *Les foyers de calorification résident dans tous les tissus de l'organisme; le sang ne fait que répartir la chaleur; la chaleur se produit dans les tissus eux-mêmes*, etc.

» Les passages de mon livre cités par M. Bouillaud sont donc en contradiction flagrante avec ce qu'il veut prouver. Dans aucun d'eux il n'est question du foie considéré comme le foyer exclusif de la chaleur animale; ils démontrent, au contraire, que je professais déjà il y a quinze ans que la chaleur animale n'a pas de foyer spécial et qu'elle se produit dans tous les tissus de l'organisme, opinion d'ailleurs admise par tous les physiologistes et enseignée dans tous les traités de Physiologie.

» M. Bouillaud ne sait pas, sans doute, que cette année même j'ai publié une série de leçons professées au Collége de France sur la chaleur animale considérée au point de vue physiologique et pathologique (1). J'ai rappelé dans ce Cours toutes les acquisitions récentes de la science sur cette question, et j'ai fait voir que les controverses sur le siége de la chaleur animale dans un foyer unique sont des souvenirs d'une autre époque. Aujourd'hui tous les physiologistes sont parfaitement fixés sur les bases de la théorie de la calorification; tout le monde sait que la chaleur animale, étant une manifestation intimement liée à l'accomplissement des phénomènes de nutrition et d'activité vitale, doit se produire dans tous les organes et dans tous les tissus, puisque tous les organes et tous les tissus vivants se nourrissent

(1) *Voir* la *Revue scientifique*, 1872, nos 19, 29, 36, 38, 40, 41, 44, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53.

et fonctionnent. Mais le point qu'il nous importe actuellement d'élucider, c'est le mécanisme même de la calorification.

» J'ai étudié ce mécanisme dans les tissus musculaires, glandulaires, cellulaires et cutanés, et je me suis attaché aussi à expliquer le mode particulier d'action de l'influence nerveuse dans les divers phénomènes calorifiques. Bientôt, si l'Académie me le permet, j'aurai l'honneur de lui communiquer les résultats de ces recherches nouvelles.

» Je dois ajouter que, professant la Médecine expérimentale au Collége de France, j'ai entrepris ces études physiologiques sur la calorification dans la pensée de concourir ainsi, autant qu'il est en moi, aux progrès ultérieurs de la Médecine. En effet, admettant, en principe, que la Physiologie et la Médecine sont scientifiquement inséparables, je suis convaincu que ce n'est qu'après avoir établi une théorie physiologique exacte de la chaleur animale qu'il sera possible d'aborder utilement l'explication de phénomènes de la fièvre et des inflammations qui ne constituent en réalité que des déviations de la chaleur et de la nutrition normales.

» Sur ce terrain des rapports de la Physiologie et de la Pathologie, je crois pouvoir dire d'avance que je serai d'accord avec mon illustre confrère de la Section de Médecine; seulement M. Bouillaud veut nous faire beaucoup plus arriérés et plus ignorants en Physiologie que nous ne le sommes, et c'est sur ce point que je me permets d'être en dissidence avec lui. »

PHYSIOLOGIE. — *Propositions fondamentales des deux Notes sur la chaleur animale, lues à l'Académie; par* M. BOUILLAUD.

« Qu'il soit donc bien entendu, une fois pour toutes, que les seules choses que je me suis appliqué à soutenir sont les suivantes :

» 1° Lavoisier a formellement enseigné qu'il s'opérait dans le poumon une combustion, une *oxydation*, et que du foyer de cette combustion provenait la chaleur animale, destinée à maintenir la température de notre économie à ce degré que tous les physiologistes connaissent aujourd'hui.

» 2° Il n'est pas démontré, par des observations et des expériences décisives, comme le prétendent plusieurs physiologistes, M. Cl. Bernard, entre autres, que cette combustion ne soit pas une vérité.

» De l'aveu de Lavoisier lui-même, aucune *expérience décisive*, il est vrai, ne prononce que l'acide carbonique contenu dans l'air expiré provienne immédiatement du poumon; mais nulle expérience décisive non

plus ne prononce que telle ne soit pas l'origine de l'acide carbonique de l'air expiré. Reste toujours là raison tirée de l'analogie en faveur de l'hypothèse de Lavoisier.

» 3° Cette raison analogique et les autres arguments sur lesquels est fondée la *théorie de Lavoisier* m'excuseront, je l'espère, d'avoir dit que les temps n'étaient pas encore venus, si jamais ils viennent, ce qu'à Dieu ne plaise, de renoncer sans retour à l'ingénieuse et belle théorie, combattue par M. Cl. Bernard.

» 4° Quant à la propre théorie de cet éminent physiologiste, je ne l'ai offensée, il le sait bien, que dans celle de ses parties où elle s'est déclarée contraire à la combustion respiratoire ou intra-pulmonaire, opération qui constitue le fond même de la théorie de Lavoisier.

» Pour ménager les moments si précieux de l'Académie, je me suis, non sans quelque regret, sévèrement abstenu de discuter, dans la faible mesure de mes moyens, les autres parties de la théorie ou de la doctrine de M. Cl. Bernard sur le sujet qui nous occupe ; mais j'avais préparé, en cas de besoin, tous les matériaux de cette discussion.

» Je continue donc, jusqu'à plus ample information, à *penser* librement, avec un grand maître s'il en fut, que, tout bien pesé et considéré, la théorie de la combustion pulmonaire repose sur des arguments d'observation, d'expérience et de raisonnement suffisants, sinon pour la mettre à l'abri de toute objection, du moins pour lui imprimer un caractère de vraisemblance qui touche de bien près à la vérité.

» Mais je ne vais pas plus loin, et je me réserve une liberté raisonnable d'opinion, en ce qui concerne tous les autres foyers de production de chaleur dans l'économie animale, soit à l'état normal, soit à l'état anormal. Ce que j'ai dit ici déjà, comme en passant, des foyers anormaux de chaleur animale, dans certaines maladies, dans les fièvres et les inflammations en particulier, suffirait, néanmoins, pour démontrer que je ne considère pas le foyer de combustion respiratoire ou intra-pulmonaire comme le *seul* qui, dans tous les cas, puisse nous donner l'explication de toutes les particularités relatives à la production de la chaleur animale. Je crois pouvoir même répéter, en terminant cette courte Note, que, malgré les beaux travaux de Lavoisier et ceux que l'on a faits depuis lui, il s'écoulera bien du temps encore avant que tout ait été dit sur le mécanisme et les divers foyers de la production de la chaleur animale. »

M. Milne Edwards, à la suite de la lecture faite par M. Bouillaud, présente les remarques suivantes :

« Je n'ai pas inséré au *Compte rendu* de notre dernière séance les remarques que j'avais présentées au sujet de la Communication de notre confrère, parce que l'opinion que je soutenais est, je crois, celle de tous les physiologistes, et qu'en 1857, dans le premier volume de mes *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée* (p. 421 et suivantes), j'avais exposé la série des faits dont j'arguais, ainsi que les conséquences qu'on en devait tirer. Mais puisque M. le Dr Bouillaud persiste à affirmer que depuis la publication des beaux travaux de Lavoisier sur la respiration *rien n'est venu prouver que la combustion physiologique, dont dépendent à la fois la production de l'acide carbonique exhalé et le développement de la chaleur animale, ne soit pas localisée dans les poumons*, je crois nécessaire de reproduire ici ce que j'ai dit il y a huit jours et d'y ajouter quelques observations.

» J'ai fait remarquer à notre éminent confrère, de la Section de Médecine, que les expériences de mon frère, William Edwards, soumises au jugement de l'Académie en 1823, complétées quatorze ans plus tard par les expériences de Magnus et confirmées ensuite par une foule de travaux importants, avaient depuis longtemps tranché la question qu'il suppose non résolue.

» William Edwards a prouvé expérimentalement que l'exhalation de l'acide carbonique dans l'acte de la respiration n'est pas une conséquence directe de l'introduction de l'oxygène dans les poumons; que cette excrétion est contenue chez les animaux qui sont privés d'oxygène, chez les animaux qui respirent dans de l'azote ou dans de l'hydrogène; que l'acide carbonique préexiste dans l'organisme et qu'il doit se produire, non dans la cavité respective, mais dans les profondeurs de l'économie animale; enfin que la portion du travail respiratoire qui s'accomplit dans les poumons consiste en un échange de gaz entre l'organisme et l'air atmosphérique, en un phénomène d'absorption, au moyen duquel l'élément comburant pénètre dans toutes les parties du corps, et un phénomène d'exhalation ayant pour effet le dégagement de l'acide carbonique, produit ailleurs par la combustion physiologique, et accumulée dans l'intérieur de l'économie animale. En 1837, Magnus compléta cette découverte, dont les expériences de Spallanzani avaient fourni les premières bases; car il prouva, d'une part, que le sang artériel, après avoir traversé le poumon, est chargé d'oxygène libre ou très-faiblement fixé, et que le sang veineux, en arrivant au poumon, est fortement chargé de gaz acide carbonique.

» Dès ce moment, les vues de l'illustre géomètre Lagrange, relatives à la diffusion de la combustion physiologique et à la production de la chaleur animale, dans toutes les parties de l'économie, passèrent de l'état de simple hypothèse à l'état de vérité démontrée, et l'on cessa de considérer le poumon comme étant le foyer où se développerait la chaleur qui se manifeste dans tous les points du corps où un travail vital s'accomplit (1).

» Cela bien prouvé, non-seulement par les expériences dont je viens de parler, mais aussi par beaucoup d'autres recherches faites avec toute la précision désirable, il devenait facile d'aller plus loin et de préciser les lieux où l'acide carbonique se montre en abondance dans le sang. En effet, la matière colorante contenue dans les globules rouges du sang est un réactif très-délicat, qui, en présence de l'oxygène, prend une teinte vermeille et qui, sous l'influence de l'acide carbonique, passe au rouge sombre. Or, chacun sait que c'est dans le système capillaire, situé dans la substance de tous les organes entre les artères et les veines, que le sang rouge se transforme en sang noir. Par conséquent, on pourrait inférer de ce fait que c'est dans le système capillaire ou dans le voisinage de ce réseau vasculaire que se produit l'acide carbonique, dont la présence est révélée de la sorte, ou, en d'autres mots, que c'est dans toutes les parties vivantes de l'organisme que s'effectue la combustion physiologique, dont résultent à la fois la formation de ce composé chimique et le dégagement de la chaleur animale.

» Mon savant confrère et ami, M. Claude Bernard, est arrivé au même résultat en suivant une autre voie. Il a constaté que le sang, en arrivant au poumon, est moins chaud qu'en sortant de cet organe, auquel M. Bouillaud persiste à attribuer le rôle d'un foyer.

» Enfin je rappellerai que des considérations dont il serait superflu d'entretenir aujourd'hui l'Académie m'ont depuis longtemps conduit à penser que les globules hématiques sont les principaux agents de l'absorption de l'oxygène dans l'acte de la respiration, et que ces corpuscules vivants sont chargés de transporter dans la substance de toutes les parties vivantes l'élément comburant employé là pour l'entretien de la combustion physiologique (2).

---

(1) Pour plus de détails à ce sujet, je renverrai au huitième volume de mes *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'homme et des animaux*, pages 28 et suivantes.

(2) En 1857 je disais : « Tout dans l'état actuel de la science me semble tendre à prouver que la grande puissance absorbante pour l'oxygène dont le sang est doué dépend principa-

» Il me paraît donc bien démontré aujourd'hui, contrairement à l'opinion de notre éminent confrère, de la Section de Médecine, que la combustion physiologique n'est pas localisée dans les poumons, mais s'effectue partout où l'activité vitale se manifeste. Mais, à mon avis, ce progrès dans la connaissance du mode d'accomplissement de la respiration n'affecte en rien la gloire de Lavoisier; ce qu'il y a d'essentiel dans la théorie de ce grand physiologiste, c'est l'explication de tous les phénomènes de la respiration et de la production de la chaleur animale par la combustion lente que l'oxygène de l'air entretient et qu'alimentent des combustibles appartenant à l'organisme; que cette combustion ait son siége dans les cavités du poumon où l'air arrive, ou qu'elle s'effectue dans les profondeurs des tissus où l'oxygène absorbé par le sang est transporté, cela ne change rien à la nature du phénomène.

» La connaissance du siége de la combustion physiologique est d'une grande importance; mais cette importance est minime comparativement à celle de l'existence du phénomène découvert par Lavoisier (1).

» Quoi qu'il en soit, la question n'est pas restée là où Lavoisier l'avait laissée, et la mémoire de mon frère William Edwards m'est trop chère pour que je ne rappelle pas ici la part qui lui appartient dans la constatation des faits importants dont mon éminent confrère, M. Bouillaud, persiste à ne tenir aucun compte. »

---

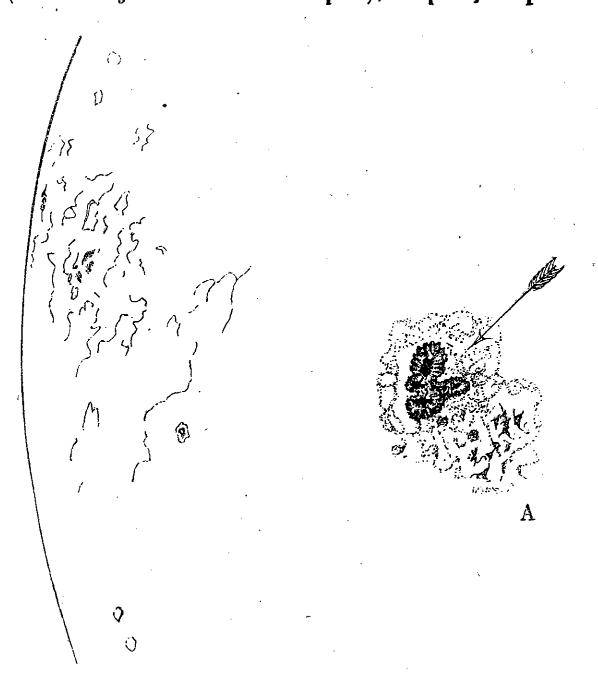
lement des globules et réside en majeure partie dans ces utricules. Ils paraissent jouer le rôle de condensateurs de ce gaz, et pouvoir s'en charger ou l'abandonner avec une extrême facilité suivant les circonstances dans lesquelles ils se trouvent. Le plasma est un intermédiaire nécessaire entre l'oxygène et les globules; si l'activité respiratoire est extrêmement faible, comme chez certains animaux inférieurs, la quantité d'oxygène qui se dissout dans ce liquide et qui est portée aussi dans la profondeur de l'organisme, peut suffire à l'entretien de la vie; mais lorsque cette fonction acquiert une grande puissance, ainsi que cela se voit chez les animaux supérieurs, la part dévolue aux globules devient prédominante, et alors ces corpuscules vésiculaires semblent même devoir être considérés comme les agents essentiels de la respiration. » (*Leçons*, t. I, p. 474.) Au sujet du rôle des globules dans la nutrition, je renverrai à une autre partie du même ouvrage (t. VIII, p. 234 et 235).

(1) J'ai exposé d'une manière plus complète mes vues à ce sujet dans le livre cité ci-dessus (t. I, p. 400 à 496).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les taches et le diamètre solaires;* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel (1).

« Rome, ce 22 novembre 1872.

» Permettez-moi de vous informer d'une observation qui me paraît être assez intéressante pour la théorie du Soleil. Le P. Ferrari, mon assistant, en faisant le dessin de la belle tache qui était visible sur le disque, le 13 courant, à $10^h 45^m$ (et dont j'adresse une copie), s'aperçut qu'une langue très-



vive de feu venait s'introduire au milieu du groupe des quatre noyaux principaux. La vivacité de sa lumière était telle, qu'elle surpassait, au moins du double, tout le reste du disque du Soleil et des facules environnantes. Malheureusement le ciel était semé de nuages, qui empêchaient un travail et une étude continus; mais pendant le temps qui fut employé à faire ce dessin, c'est-à-dire pendant 15 minutes environ, la langue changea de forme et prit l'aspect d'un globule très-brillant, qui paraissait soulevé du fond du disque solaire. Pendant cette transformation, il parut subir un faible déplacement.

(1) Cette Lettre est celle dont le *Post-scriptum*, en date du 28 novembre, a déjà été inséré au *Compte rendu* précédent, page 1439.

» Aussitôt que je fus informé du phénomène, j'eus recours au spectroscope, et, le dirigeant sur la place indiquée, je constatai une éruption très-vive. L'hydrogène présentait ses raies renversées : la raie C était très-brillante, mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que la partie la plus vive n'était pas en continuation avec la raie noire, mais s'en écartait obliquement, comme dans la figure ci-contre où la partie ponctuée indique la portion renversée. Le déplacement était dans le sens de la réfrangibilité croissante. Ce phénomène démontrait la projection de la matière vers l'observateur. A cause des nuages, il nous fut impossible d'examiner avec le soin nécessaire les autres raies; mais, sur le noyau de la tache, les raies D du sodium étaient très-étalées, et tellement diffuses, que l'intervalle était presque effacé. Il fut impossible d'orienter le magnésium. Ces observations ne furent même faites qu'après que le plus brillant du phénomène s'était évanoui. Les magnétomètres, depuis le matin, étaient en pleine perturbation. La tache subissait des changements à vue, mais le mauvais temps empêcha toute observation ce jour-là et le suivant. Le troisième jour, elle n'était plus reconnaissable.

» L'observation du renversement des raies sur les taches et les facules n'est pas nouvelle. En 1868 et 1869 je l'ai observé plusieurs fois; il a été vérifié par M. Rayet et M. Donati : cependant ce phénomène, dans les circonstances actuelles, me paraît intéressant, car il est semblable à celui qui a été déjà observé en Angleterre par MM. Carrington et Hodgson le 1er septembre 1859 (voir *Monthly Notices of Royal astronomical Society*, vol. XX, p. 14, 16). L'interprétation resta alors douteuse; mais maintenant il me paraît évident, par la ressemblance des circonstances indiquées par ces observateurs, que même alors on était en face d'une véritable éruption. L'observation fut également accompagnée d'une perturbation magnétique. Est-ce que cette coïncidence pourrait être toujours fortuite?

» Dans ma dernière Communication sur les diamètres solaires et leurs variations, j'ai dit que l'explication de ces variations n'était pas encore arrivée à maturité. J'ai jugé cependant qu'il était temps de commencer l'étude des causes possibles de ces variations. J'ai donc cherché à déterminer le diamètre solaire, en prenant son passage au spectroscope, par la méthode que l'Académie connaît, c'est-à-dire en mettant devant la fente un prisme à vision directe, à une distance de 20 centimètres environ, de manière à voir les taches, le bord très-net, et la chromosphère ensemble, avec les lignes de Fraunhofer. Ces dernières lignes sont très-propres à

servir de fil micrométrique au passage du bord : les prétendues distorsions qu'on a signalées n'existent nullement.

» Malheureusement le temps a été très-contraire à ces recherches délicates, et je n'ai pu faire que deux séries satisfaisantes d'observations. Ces deux séries ont été de 12 et 14 passages aux raies B et C; le résultat a été le suivant, en faisant toujours usage du chronographe pour le temps du passage.

Durée du passage du diamètre solaire.

	7 novembre.	9 novembre.
	m s	m s
Observations..........	2.14.73	2.15.28
Nautical Almanach.....	2.15.32	2.15.80
O.-N.................	0.59	0.52
Erreur probable.......	0.18	0.21

En réduisant les temps en arcs, on a pour la différence 8",32, avec une erreur probable de 2",95. Bien que l'erreur probable soit assez forte, à cause de l'agitation de l'air, cependant on voit que la différence trouvée est trois fois plus grande que l'erreur probable; elle mérite donc considération. En comparant le diamètre obtenu par la raie B et la raie C, on trouve le premier un peu plus petit, ce qui tient évidemment à l'influence de la lumière brillante de cette raie. Une troisième série d'observations, faites encore pendant un jour voilé, a donné pour B la même différence avec le *Nautical Almanach;* mais entre B et C, une différence plus considérable.

» Ces observations suggèrent les réflexions suivantes : 1° Dans le spectroscope, sur la raie B, nous avons le diamètre solaire dépouillé complétement de sa chromosphère; dès lors, il est évident que ce diamètre doit apparaître plus petit. Dans les passages ordinaires au méridien, le bord solaire est exagéré par l'éclairage dû à cette chromosphère même, et, par conséquent, la différence entre les diamètres observés et ceux de l'Almanach nautique est expliquée. La chromosphère, étant très-variable, produirait une variation dans le diamètre apparent. 2° Quoique, dans l'observation spectrale, la chromosphère soit vue séparée du bord, à une distance de huit à dix secondes, cependant, tout près du bord, elle est assez brillante pour se confondre avec le bord lui-même, et nous avons ainsi le diamètre un peu plus grand. Cette augmentation doit être d'autant plus grande que l'air est plus éclairé, ou que le Soleil est vu à travers des voiles brillants.

» Notre atmosphère joue donc un rôle assez considérable par sa diffusion et augmente le diamètre solaire.

» A ce propos, je citerai un fait que j'ai observé depuis longtemps, mais dont je ne m'étais jamais suffisamment rendu compte. En observant la disparition des sommets des montagnes lunaires, j'ai souvent vu qu'ils se coloraient fortement en jaune, et ensuite en rouge. J'ai attribué cet effet d'abord au défaut d'achromatisme; mais ce ne pouvait être la vraie cause, car la lunette est excellente et ne produit pas le même effet avec les petites planètes et les étoiles. Les observations précédentes me paraissent fournir l'explication. Au moment de la disparition, les pics lunaires, à leur sommet, ne sont éclairés que par la lumière du bord extrême du Soleil, qui donne, comme nous savons, une lumière jaune (comme la Lune n'a pas d'atmosphère, la lumière directe est la seule qui l'éclaire, sans lumière diffuse); après que ce bord est caché, il ne reste que la chromosphère pour les éclairer; leur lumière est donc celle des protubérances. S'il en est ainsi, cette lumière doit être rouge et ne peut donner les raies de la chromosphère. Je n'ai pas essayé l'expérience, mais, vu la faiblesse d'intensité, je doute que, avec mes appareils, on puisse réussir dans cette analyse délicate, surtout en présence de la lumière répandue par la Lune. En tout cas, la détermination spectroscopique du diamètre solaire sera nécessaire, lorsqu'on voudra se servir de ce moyen pour observer le premier contact extérieur, dans le prochain passage de Vénus, si l'on veut profiter de ce moyen, que j'ai suggéré depuis quelque temps. »

HYDROLOGIE. — *Note sur les crues de la Seine et de ses affluents;* *par* M. E. BELGRAND (1).

« Cette Note est extraite d'un livre qu'on imprime en ce moment, et dont le manuscrit a été présenté à l'Académie des Sciences par M. Dumas, le 19 décembre 1870.

» Ce livre a pour titre : *La Seine, études hydrologiques.* Il est consacré presque entièrement à l'étude de l'écoulement des eaux pluviales à la surface du sol; il était donc d'une haute importance de tenir compte de la perméabilité du sol, et j'ai dû, avant tout, établir sous ce rapport, une bonne classification des terrains.

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

» Je mets sous les yeux de l'Académie une petite carte du bassin de la Seine, imprimée en 1854, et qui m'a servi de guide dans mes recherches. Les terrains imperméables y sont indiqués par des teintes plates, les terrains perméables par des rayures. Les terrains imperméables sont : le granite du Morvan, le lias de l'Auxois, les marnes kimméridgiennes de la Lorraine, le terrain crétacé inférieur de la Champagne humide, de l'Argonne, de la Puisaye et du pays de Bray, les argiles du Gâtinais, les argiles à meulières de la Brie et de Montmorency, les argiles des sources de l'Eure et de la Rille. Je ne comprends pas, dans cette énumération, l'argile plastique dont la surface, dans le bassin, est négligeable.

» Les terrains perméables sont :

» Les terrains oolithiques de la Bourgogne et de la Lorraine, la craie blanche de la Champagne et de la Normandie, l'argile à silex, les sables et calcaires éocènes des plateaux des bords de l'Yonne, du Soissonnais, du Valois, du Tardenois, du Vexin français, etc., les sables de Fontainebleau et les calcaires de Beauce, le limon des plateaux de la Normandie et de la Picardie, les alluvions de grandes vallées, surtout des terrains crétacés.

» Depuis le mois d'avril 1854, je fais des observations sur les crues des cours d'eau de ces différents terrains.

» Les variations de niveau sont rapportées sur deux feuilles, qui sont gravées tous les ans. Sur la première figurent les petits cours d'eau dont les bassins ont moins de 1500 kilomètres carrés de superficie; sur la seconde, les grands cours d'eau qui ont plus de 1500 kilomètres carrés de versant.

» Je mets quelques-unes de ces pièces sous les yeux de l'Académie; voici ce qui résulte de l'examen de la première feuille :

» 1° Les cours d'eau des terrains imperméables éprouvent des crues très-élevées et de très-courte durée, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque les eaux pluviales arrivent aux thalwegs en ruisselant à la surface du sol. C'est un des caractères spécifiques des torrents : je donne donc à ces cours d'eau le nom de *torrents;*

» 2° Les crues des cours d'eau des terrains perméables sont peu élevées et de très-longue durée, ce qui doit être, puisque les eaux pluviales passent par les sources avant d'arriver aux thalwegs : je donne à ces cours d'eau le nom de *cours d'eau tranquilles;*

» 3° Les petits cours d'eau torrentiels entrent tous en crue en même temps; la partie élevée de ces crues dure rarement plus de quarante-huit heures;

» 4° Les crues tranquilles qui montent le plus rapidement sont celles

des cours d'eau des terrains oolithiques ; elles ne durent cependant jamais moins de quinze jours; celles qui proviennent de la Bourgogne sont de quatre jours en retard sur les crues des torrents ; celles de la Lorraine, au contraire, n'éprouvent point de retard, ce qui tient à ce que le fond des vallées est formé de marnes kimméridgiennes imperméables ;

» 5° Les autres terrains perméables, la craie blanche, les calcaires et sables éocènes, les sables de Fontainebleau, les calcaires de Beauce, etc., donnent naissance à des cours d'eau si tranquilles qu'ils sont absolument sans action sur les crues du fleuve ;

» 6° Enfin, en comparant les crues des affluents à celles de la Seine à Paris, on voit que ces dernières doivent toujours leurs maxima aux passages des eaux torrentielles.

» En examinant la seconde feuille, on reconnaît les faits suivants :

» 1° L'Yonne, le plus violent des cours d'eau du bassin, conserve son caractère torrentiel jusqu'à Montereau, et sa crue passe toujours la première au confluent ;

» 2° Les crues provenant des calcaires oolithiques, qui sont de quatre jours en retard, arrivent à leur tour, et, comme elles durent quinze jours au moins, elles soutiennent celles du fleuve et l'empêchent de redescendre aussi rapidement que les affluents torrentiels.

» 3° Si de nouveaux phénomènes météorologiques produisent dans un temps court, par exemple dans le délai d'un mois, plusieurs crues successives des affluents torrentiels, ces crues font croître le fleuve d'une manière continue en aval de Montereau.

» Des faits analogues se constatent en aval du confluent de la Marne.

» 4° C'est à Paris que la crue de la Seine prend sa figure définitive; l'Oise, soumise aux mêmes lois météorologiques et géologiques, ne déforme pas cette figure, quoiqu'elle augmente notablement la portée du fleuve.

» En résumé, les terrains qui ont une action sur les crues du fleuve sont le granite, le lias, le terrain crétacé inférieur, les argiles du Gâtinais, les argiles à meulières de Brie et de Montmorency, les argiles des sources de l'Eure et de la Rille, dont la surface totale est de 20 000 kilomètres carrés. Un seul des terrains perméables, les calcaires oolithiques de la basse Bourgogne, dont l'étendue est de 14 000 kilomètres carrés, donne naissance à des cours d'eau dont les crues ont une action considérable sur celles du fleuve; elles relient l'une à l'autre les crues successives des affluents torrentiels, les empêchent de redescendre brusquement *et font croître le fleuve*

d'une manière continue pendant des mois entiers, ce qui n'a jamais lieu dans les fleuves franchement torrentiels, comme la Loire, par exemple.

» L'étendue du bassin de la Seine est de. . . . . 79 000^{kq}

» Les terrains qui ont une action sur les crues occupent une surface de. 34 000

» Le reste, formant une surface de. . . . . 45 000^{kq}

est absolument sans action sur les crues. Ces terrains ont, au contraire, une action très-importante sur le régime des basses eaux du fleuve.

» Ces préliminaires étaient indispensables, pour faire comprendre le régime des crues de la Seine à Paris.

» *Annonce des crues.* — Il n'a pas été possible jusqu'ici d'annoncer les crues au moyen d'observations pluviométriques. Les pluies d'été sont presque sans action sur les cours d'eau. Les pluies d'hiver, au contraire, déterminent presque toujours des crues. Entre ces deux états extrêmes, il y a un nombre infini de relations entre la pluie et le régime des cours d'eau, dont la loi nous échappe.

» J'ai reconnu que les crues des petits affluents torrentiels atteignaient leur maximum pendant la chute même de la pluie : je reçois en même temps les annonces de ces crues et les annonces des pluies qui les produisent. Il est donc bien plus rationnel de se servir des premières que des dernières pour annoncer les crues de la Seine et de ses grands affluents, puisque l'incertitude dans laquelle on se trouve, lorsqu'on cherche une relation entre la pluie et les crues, disparaît dès qu'on fait usage des annonces de crues toutes formées des petits cours d'eau torrentiels.

» *Crues de la Seine à Paris.* — J'annonce donc les crues de la Seine, à Paris, au moyen d'observations faites sur les petits cours d'eau torrentiels dans les régions où se trouvent des terrains imperméables, c'est-à-dire dans le Morvan, l'Auxois, la Champagne humide et la Brie.

» Les petits affluents torrentiels choisis sont au nombre de sept, et le tableau suivant donne la relation qui existe entre leurs crues et celles de la Seine à Paris.

TABLEAU DES HAUTEURS MOYENNES DES CRUES TORRENTIELLES *de l'Yonne à Clamecy, du Cousin à Avallon, de l'Armançon à Aisy, de la Marne à Chaumont, de la Marne à Saint-Dizier, de l'Aire à Vraincourt, de l'Aisne à Sainte-Menehould.*

HAUTEURS CORRESPONDANTES DES CRUES DE LA SEINE A PARIS.

NOMBRE DE JOURS DE CRUES CORRESPONDANT A CHAQUE CRUE TORRENTIELLE.

DATES de LA PREMIÈRE des CRUES TORRENTIELLES.		NOMBRE DE		HAUTEURS MOYENNES des crues torrentielles.	HAUTEURS TOTALES des crues correspondantes à Paris.	RAPPORTS de CES HAUTEURS.		OBSERVATIONS.
		CRUES torrentiell.	JOURS de crues à Paris.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
				m	m			
1854	24 Octobre	2	5	0,54	1,05	1,94	″	Sans décrue.
	17 Novemb.	1	5	0,63	1,33	2,11	″	Sans décrue....... } Grande crue du 29 décembre 1854.
	23 Novemb.	1	3	0,81	1,43	″	1,76	Après une décrue..
	29 Novemb.	2	6	1,20	1,20	″	1,00	Id...........
	6 Décemb.	2	5	0,53	0,40	″	0,74	Id...........
	15 Décemb.	3	12	1,79	1,90	″	1,11	Id...........
1855	1er Février.	2	6	1,20	2,40	2,00	″	Sans décrue.
	20 Février..	2	6	1,51	2,90	1,92	″	Id.
	23 Mars....	1	3	0,69	1,35	1,95	″	Id.
	20 Juin....	2	6	0,38	0,70	1,84	″	Id.
	10 Juillet..	1	2	0,34	0,78	2,29	″	Id.
	5 Octobre.	2	6	0,66	1,50	2,28	″	Id.
	26 Octobre.	1	3	0,83	1,60	1,93	″	Id.
	11 Décemb.	3	7	0,83	1,50	″	1,77	Après une décrue.
1856	7 Janvier..	1	3	0,57	1,00	1,76	″	Sans décrue.
	15 Janvier..	4	12	1,11	1,90	″	1,71	Après une décrue.
	14 Mars....	2	6	0,58	1,10	1,89	″	Sans décrue.
	9 Avril...	2	7	0,95	2,10	2,21	″	Sans décrue............ } Grandes crues des 16 mai et 4 juin 1856:
	26 Avril...	2	8	1,10	1,70	″	1,54	Après une décrue........
	9 Mai.....	2	8	1,21	2,32	″	1,90	Après une petite décrue..
	30 Mai.....	1	5	1,07	1,98	″	1,85	La décrue étant presque arrêtée.
	10 Novemb.	2	8	0,50	1,00	2,00	″	Sans décrue....... } Grande crue du 13 janv. 1857.
	20 Novemb.	3	9	1,34	2,00	″	1,49	Après décrue......
	4 Décemb.	1	4	0,40	0,40	″	1,00	Id...........
	24 Décemb.	1	3	0,44	0,90	2,04	″	Décrue arrêtée.....
	31 Décemb.	1	4	0,50	1,00	″	2,00	Après petite décrue.
1857	10 Janvier..	1	3	0,90	1,50	″	1,67	Id..........
1858	3 Mars....	3	12	1,30	2,30	1,77	″	Sans décrue.
	5 Avril...	1	5	0,60	1,40	2,33	″	Id.
	24 Décemb.	2	7	1,40	2,80	2,00	″	Id.
1859	29 Janvier..	3	8	0,90	1,85	2,05	″	Id.
	26 Novemb.	2	8	0,70	1,65	2,34	″	Id.
	21 Décemb.	3	8	1,45	3,10	2,13	″	Id.
1860	21 Janvier..	3	11	1,35	2,40	″	1,78	Après décrue.
	26 Février..	1	3	1,04	1,77	″	1,70	Après décrue presque arrêtée.
	12 Juin....	2	7	0,91	1,85	2,03	″	Sans décrue.
	10 Octobre.	2	6	0,85	2,10	2,47	″	Id.
	25 Décemb.	1	3	1,46	2,95	2,04	″	Sans décrue.. } Grande crue du 4 janvier 1861.
	31 Décemb.	1	5	0,73	1,30	″	1,78	Petite décrue.
1861	12 Mars....	2	8	1,01	2,35	2,33	″	Sans décrue.
1862	9 Janvier..	1	6	0,85	1,40	1,65	″	Id.
	24 Février..	2	7	1,35	2,20	″	1,63	Après décrue.
	11 Décemb.	1	4	0,55	1,05	1,91	″	Sans décrue.
	30 Décemb.	2	8	0,97	1,50	″	1,54	Après décrue.
		81	273	″	″	53,21	27,97	

» Ce tableau donne les résultats suivants :

» 1° Le nombre de jours de crue à Paris, correspondant au passage d'un crue torrentielle des affluents, est en moyenne de $\frac{273}{81} = 3,37$; il est habituellement 3 ou 4.

» 2° La réciproque est également vraie : lorsque le fleuve, à Paris, monte six à huit jours de suite, on peut en conclure que les affluents ont éprouvé deux crues; lorsqu'il monte pendant neuf à douze jours, qu'ils en ont éprouvé au moins trois. Sa crue, qui s'écoule en ce moment, a été produite par huit crues successives des affluents et compte déjà vingt-six jours de croissance.

» 3° Le rapport de la hauteur d'une crue à Paris à la hauteur moyenne de la crue correspondante des affluents, quand la crue n'est pas précédée d'une décrue, est $\frac{53,21}{26} = 2,05$; quand elle est précédée d'une décrue, ce rapport est $\frac{27,97}{18} = 1,55$.

» On peut donc annoncer trois ou quatre jours à l'avance une crue de la Seine à Paris, et calculer sa hauteur, lorsque le fleuve n'est pas en décroissance, en multipliant par 2,05, ou pratiquement par 2, la hauteur moyenne de la crue correspondante des affluents ci-dessus indiqués : lorsque le fleuve est en décroissance, ce coefficient se réduit à 1,55; mais les résultats qu'on obtient sont bien plus incertains.

» Ces calculs ont été poussés jusqu'au 30 avril 1869, et ont donné des résultats presque identiques.

» On remarquera que, dans le tableau qui précède, on ne tient aucun compte des crues provenant des plateaux du Gâtinais et de la Brie. Ces plateaux, dépourvus de pente, n'ont qu'une faible action sur les crues du fleuve; mais à la suite de pluies très-persistantes, comme celles du mois de septembre 1866 et celles de novembre et décembre 1872, les crues des principaux cours d'eau de la Brie, notamment celles du Grand-Morin, ont une certaine action sur celles du fleuve. La Brie étant aux portes de Paris, les crues qu'elle produit y arrivent très-rapidement; la décroissance n'est pas moins rapide, et quelquefois la crue des parties supérieures du bassin ne fait que remplir le vide dû à cette décroissance. C'est ce qui est arrivé le 2 décembre dernier. Il est donc très-difficile d'annoncer à Paris une crue partie des plateaux de la Brie; les télégrammes nous arrivent le matin, le *Journal officiel* ne reproduit nos annonces que le jour suivant, et alors

la crue est déjà sous les ponts de Paris; quelquefois elle est déjà écoulée. Ces crues heureusement ne sont jamais très-élevées.

» La règle à suivre pour annoncer les crues de la Seine en amont du confluent de la Marne, de l'Yonne, de l'Aisne et de l'Oise a été établie sous ma direction et, par la même méthode, par mon collaborateur, M. G. Lemoine.

» *Crues de l'Yonne à Sens et de la Seine à Montereau, à Melun et à Corbeil.* — Le bassin de la Seine en amont du confluent de l'Yonne, étant presque entièrement perméable, les petits cours d'eau torrentiels choisis sont tous compris dans le bassin de l'Yonne.

» Ces affluents sont : l'Yonne à Clamecy, le Cousin à Avallon, l'Armançon à Aisy.

» La montée des crues est sensiblement la même pour l'Yonne à Sens, la Seine à Montereau, à Melun et à Corbeil. On obtient cette montée en multipliant par 1,20 la moyenne des montées de l'Yonne et de l'Armançon, ou par 1,30 la moyenne des montées de l'Yonne, du Cousin et de l'Armançon.

» *Crues de la Marne.* — Les crues de la Marne sont les plus compliquées du bassin, parce qu'elles peuvent provenir de trois régions : d'abord du lias de la banlieue de Langres, des marnes kimméridgiennes et du terrain crétacé inférieur des vallées de l'Ornain, de la Saulx, de la Chée et de la Marne elle-même, et enfin des argiles à meulières de la Brie.

» Jusqu'ici il y a incertitude sur la règle à suivre pour les annoncer, et je me réserve de la faire connaître plus tard à l'Académie.

» *Crues de l'Aisne et de l'Oise.* — L'Aisne est le seul affluent réellement torrentiel du bassin de l'Oise.

» La montée de l'Aisne à Pontavert, en amont de Soissons, point où le régime n'est pas encore influencé par des barrages, est égale à la montée de l'Oise à Vraincourt (Argonne), augmentée de la moitié de la montée de l'Aisne à Sainte-Menehould. Cette règle est excellente et donne presque toujours des résultats exacts.

» La crue de l'Oise en aval de Compiègne est plus difficile à annoncer. Dans la plupart des cas, elle est due uniquement à celle de l'Aisne, et alors l'annonce se fait avec une grande régularité; mais il arrive parfois que la petite partie de terrains imperméables qui se trouvent aux sources de l'Oise, vers Hirson, dans les Ardennes, produit une crue torrentielle, et alors la règle adoptée n'est pas applicable.

» *Classification des crues de la Seine.* — Lorsque la Seine s'élève à $3^{m},50$

au-dessus de l'étiage à l'amont de Paris et à 4 mètres à l'aval, ce qui correspond à la cote 4 mètres de l'échelle du pont de la Tournelle, elle couvre les chemins de halage, et la navigation halée est interrompue. Avant les grandes sécheresses de ces derniers mois, les ingénieurs estimaient que ces interruptions de la navigation halée duraient quatorze jours en moyenne par an, et six semaines au plus.

» La Seine entre en grande crue ordinaire, lorsqu'elle atteint la cote 4 mètres à l'échelle du pont de la Tournelle et la cote 6 mètres au pont Royal. *Elle affleure alors les bords des grands cercles de fonte des culées du pont des Saints-Pères* et submerge certaines rues basses de Paris, notamment le quai de Bercy et la rue Hérold à Auteuil. La crue de novembre de cette année est restée à $0^m,10$ au-dessous de ce niveau. Les crues commencent à être désastreuses lorsqu'elles atteignent la cote de 6 mètres au pont de la Tournelle.

» De 1731 à 1799, la Seine a éprouvé seize crues atteignant ou dépassant la cote 5 mètres à l'échelle du pont de la Tournelle. Sur ces seize crues, cinq se sont élevées au-dessus de la cote 6 mètres, et par conséquent ont dû être désastreuses : ces crues sont celles de 1740, 1741, 1751, 1764 et 1799.

» Dans le cours du XIXe siècle, on compte déjà vingt-sept crues qui ont atteint ou dépassé le même niveau.

	m		m
8 décembre 1801.......	6,24	22 janvier 1834..........	5,04
3 janvier 1802.........	7,45	8 mai 1834............	5,62
15 janvier 1806.........	5,88	16 décembre 1834.......	6,40
25 mars 1806..........	5,56	9 février 1834..........	5,12
2 mars 1807..........	6,70	5 mars 1844...........	5,98
13 janvier 1809.......	5,00	27 décembre 1845........	5,45
20 février 1811........	5,35	2 février 1846..........	5,20
20 mars 1816..........	5,18	7 avril 1846...........	5,00
22 décembre 1816.......	5,48	26 avril 1848...........	5,66
13 mars 1818..........	5,20	8 février 1850..........	6,05
28 décembre 1819......	5,69	28 décembre 1854.......	5,00
20 janvier 1820.........	5,59	2 janvier 1861..........	5,60
26 janvier 1830........	5,70	28 septembre 1866.......	5,21
2 janvier 1834........	5,10	Nombre total........	27

» Les crues dépassant 6 mètres, et qui, par conséquent, ont été désastreuses, sont au nombre de cinq.

» Les crues d'été (de juin à octobre inclus) dépassant $3^m,50$ à l'échelle

205..

du pont de la Tournelle, sont extrêmement rares; on n'en compte que six depuis 1832.

13 juin 1757........	3^{m},95	4 juin 1856..........	4^{m},10
16 juillet 1816........	3,59	8 juin 1856..........	3,70
20 juillet 1816........	3,59	29 septembre 1866........	5,21

» Les crues dues à un seul phénomène météorologique dépassent très-rarement la cote 5 mètres; on n'en compte que cinq depuis 1731.

28 février 1784........	6^{m},15	8 mai 1836..........	5^{m},62
31 janvier 1795........	5,56	29 septembre 1866........	5,21
26 janvier 1830........	5,70		

» Les crues de la Seine qui dépassent la cote 7 mètres à la même échelle sont des phénomènes séculaires; on en compte huit depuis le 1er janvier 1649 (1).

1er février 1649 (Deparcieux).	7^{m},66	26 décembre 1740 (Bonamy).	7^{m},90
25 janvier 1651 — .	7,83	février 1764 (Pasumot).	7,33
27 février 1658 — .	8,81	3 janvier 1802 (13 nivôse an x) (Bralle).......	7,45
» 1690 — .	7,55		
mars 1711 — .	7,62		

» Le P. Cotte cite une crue du 11 juillet 1615 qui aurait atteint au pont de la Tournelle la hauteur énorme de 9^{m},4. Je démontre dans mon ouvrage que cette crue est apocryphe.

» J'ai discuté trois des crues extraordinaires de la Seine, celles du 27 février 1658, la plus grande de toutes, du 26 décembre 1740 et du 3 janvier 1803, la seule qui appartienne à notre siècle.

» La crue de 1658 a eu huit jours de croissance, et par conséquent est due à deux crues des affluents, produites, la première par une grande fonte de neige et une débâcle; la seconde probablement par la pluie.

» La crue de 1740 est, par sa grandeur, la seconde des grandes crues de la Seine. Le nombre des jours de croissance du fleuve a été de quinze; la crue a donc été produite par cinq crues des affluents, dont la première est due à une fonte de neige. Le fleuve a commencé à croître le 3 décembre, il a atteint son maximum le 26, et, le 31, il était encore au-dessus de la cote 7 mètres.

(1) L'échelle du pont de la Tournelle ayant été posée au commencement du xviiie siècle, les cotes des cinq crues du xviie siècle et la première du xviiie, ont été calculées d'après les indications du Mémoire de Deparcieux.

» J'ai calculé le débit de la crue d'après la règle donnée par M. Poirée, et j'ai trouvé que, du 3 au 31 décembre, le fleuve avait débité 3 809 346 000 mètres cubes d'eau. La quantité de pluie tombée en 1740 ne dépasse pas beaucoup celle d'une année moyenne, mais le premier semestre a été très-sec et le second très-humide. C'est donc à une mauvaise répartition de la pluie qu'il faut attribuer la crue.

» La crue de 1802 est due entièrement à la pluie. Le fleuve a commencé à croître en octobre 1801. Le nombre de jours de croissance a été de quarante-six; les crues correspondantes des affluents ont donc été au nombre de quinze. Le maximum de la crue a été produit par une débâcle; le fleuve a atteint la cote $7^{m},45$ à l'échelle du pont de la Tournelle.

» Les désastres causés dans toute l'étendue du bassin par ces trois crues ont été considérables. La crue de 1658 a emporté plusieurs ponts, notamment le pont Marie, à Paris, et le pont de Vernon. D'après un récit du temps, vingt-deux maisons, bâties sur le pont Marie, sont tombées dans l'eau, et près de cent vingt personnes, qui habitaient ces maisons, ont été noyées.

» Si ces grandes crues se reproduisaient, elles couvriraient encore à Paris, malgré l'exhaussement progressif du sol :

La crue de 1658.............	1100 hectares.
— de 1740.............	700 —
— de 1802.............	450 —

» Les grands débordements de la Seine étant toujours produits par plusieurs crues successives des affluents, la plus petite crue peut être le commencement d'un de ces cataclysmes; mais la probabilité d'un tel désastre est bien faible. Il est cependant des cas où le danger augmente. Ainsi, en ce moment même, l'Yonne étant restée à un assez bas niveau pendant toutes ces dernières pluies, il suffirait d'une seule grande crue de ce torrent pour faire passer la grande crue ordinaire qui s'écoule à Paris à l'état de débordement désastreux.

» *Crues de débâcle.* — Les débâcles étaient autrefois fort redoutées. Les ponts étant formés d'arches très-étroites, les glaces s'accumulaient en amont et y formaient de véritables barrages, qu'on nommait *embâcles*, et de grandes retenues d'eau. Au moment de la débâcle, ces retenues se lâchaient brusquement et formaient une crue qui grossissait de pont en pont.

» La plus grande des crues de débâcle est celle de la fin de janvier 1795;

la rivière était gelée depuis le 24 décembre 1794. Le dégel et la débâcle survenus le 27 janvier firent monter, en deux jours, le niveau de l'eau à la cote énorme de $6^m,30$; deux jours après il tombait à $3^m,95$.

» Depuis 1830, on a ouvert de grandes arches marinières dans tous les ponts. Les *embâcles* ne sont plus possibles, et les débâcles s'effectuent aujourd'hui avec la plus grande facilité : à peine les distingue-t-on des autres crues de la Seine.

» On peut facilement, aujourd'hui, préserver Paris des grands débordements de la Seine, au moyen des quais rendus insubmersibles, et des égouts collecteurs débouchant à Asnières. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations sur quelques groupes de substances isomères, dérivées des alcools de fermentation;* Note de MM. Is. Pierre et Ed. Puchot. (Extrait.)

« La série des alcools mono-atomiques normaux, produits par la fermentation, peut fournir, par dérivation, de nombreux groupes de composés isomères. Cette isomérie peut être envisagée à divers points de vue assez distincts, dont quelques citations permettront aisément d'apprécier les différences.

I.

» Par exemple, une aldéhyde $C^{2n}H^{2n}O^2$, dérivée d'un alcool $C^{2n}H^{2n+2}O^2$, par élimination de deux équivalents d'hydrogène, est isomère avec l'éther composé normal $C^{2n}H^{2n-1}O^3, C^{2n}H^{2n+1}O$ que l'on peut considérer comme résultant de l'union de l'éther simple du même alcool $C^{2n}H^{2n+1}O$ avec l'acide correspondant $C^{2n}H^{2n-1}O^3$; en effet

$$2C^{2n}H^{2n}O^2 = C^{2n}H^{2n-1}O^3, C^{2n}H^{2n+1}O.$$

Cette même aldéhyde est également isomère avec l'acide monohydraté dérivant de l'alcool $C^{4n}H^{4n+2}O^2$. Nous avons un exemple bien connu de cette double isomérie dans l'aldéhyde vinique, l'acétate éthylique et l'acide butyrique monohydraté.

» De même aussi tout éther simple de la forme $C^{2n}H^{2n+1}O$ est isomère avec un alcool de la forme $C^{4n}H^{4n+2}O^2$, puisqu'on a

$$2C^{2n}H^{2n+1}O = C^{4n}H^{4n+2}O^2.$$

Tels sont l'éther vinique et l'alcool butylique, l'éther méthylique et l'alcool vinique.

» Mais, lorsqu'on vient à comparer les principaux caractères chimiques, physiques ou organoleptiques des espèces qui constituent chacun de ces groupes, on n'y trouve guère, comme nous le verrons bientôt, que des dissemblances plus ou moins fortement accusées. Il ne semble y avoir, à première vue, d'autre caractère de ressemblance, entre ces divers corps d'un même groupe, que celui qui résulte d'une même composition élémentaire centésimale brute.

» Aussi pourrait-on qualifier cette isomérie du nom d'*isomérie simple, accidentelle* ou *centésimale*.

II.

» Si nous considérons l'union d'un éther simple, dérivé d'un alcool mono-atomique normal, avec l'acide dérivé d'un autre alcool mono-atomique normal, on peut obtenir deux éthers composés distincts, suivant que l'éther simple dérive du premier des alcools et l'acide du second, ou que l'éther simple dérive du second alcool et l'acide du premier.

» Ces deux éthers sont isomères et pourront être représentés par les deux formules suivantes :

$$C^{2n}H^{2n-1}O^{3}, C^{2p}H^{2p+1}O,$$

et

$$C^{2p}H^{2p-1}O^{2}, C^{2n}H^{2n+1}O.$$

» Il y a donc ici une sorte d'*inversion*, ou plutôt de *réciprocité* dans les rôles ; de là, le nom d'*isomères réciproques* ou par réciprocité, qui peut être donné à cette catégorie de composés. Tels sont : le formiate éthylique et l'acétate méthylique, le formiate propylique et le propionate méthylique, l'acétate butylique et le butyrate éthylique, etc., etc.

III.

» Si nous comparons à un éther composé normal quelconque

$$C^{2n}H^{2n-1}O^{2}, C^{2n}H^{2n+1}O$$

des éthers composés isomères avec lui qui en sont équidistants et représentés par les deux formules

$$C^{2n+2p}H^{2n+2p-1}O^{3}, C^{2n-2p}H^{2n-2p+1}O,$$
$$C^{2n-2p}H^{2n+2p-1}O^{3}, C^{2n+2p}H^{2n+2p+1}O,$$

on forme une série de groupes qu'on pourrait désigner sous le nom d'*isomères par compensation équidistante*. Ce sont encore de véritables isomères par réciprocité. Tels sont, par rapport au propionate propylique,

l'acétate butylique et le butyrate éthylique. Tels sont encore, par rapport au butyrate butylique, le propionate amylique et le valérianate propylique, etc.

» La compensation peut avoir lieu d'une manière plus générale et sans équidistance par rapport à un éther composé normal intermédiaire, comme dans le cas général exprimé par les formules

$$C^{2n+2p}H^{2n+2p-1}O^3, C^{2m}H^{2m+1}O;$$
$$C^{2n}H^{2n-1}O^3, C^{2m+2p}H^{2m+2p+1}O.$$

Tel est le cas du valérianate éthylique et du butyrate propylique, ou bien encore du groupe formé par le formiate butylique et l'acétate propylique, etc., etc.

» Ces définitions une fois comprises, étudions les propriétés comparatives des composés qui constituent chacun de ces groupes, afin d'en constater les caractères de similitude ou de dissimilitude, et, dans ces caractères distinctifs, faisons intervenir la considération des volumes spécifiques ou atomiques, sur lesquels M. Dumas a le premier appelé l'attention, il y a près d'un demi-siècle.

PREMIÈRE CATÉGORIE. — *Isomérie simple ou centésimale.*

Premier groupe. — Aldéhyde vinique, acétate éthylique, acide butyrique monohydraté.

» La température d'ébullition de la première de ces substances est de 22 degrés, celle de la deuxième de 73°,3, celle de la troisième s'élève à 155°,5.

» L'odeur de l'aldéhyde est suffocante, celle de l'acétate éthylique est assez suave, celle de l'acide butyrique monohydraté rappelle le beurre rance.

» A zéro, le premier de ces composés a pour densité 0,806 ; le deuxième, 0,906 ; le troisième, 0,970.

» A leurs températures respectives d'ébullition, ces trois substances ont pour densités 0,774, 0,817 et 0,805.

» Enfin leurs volumes spécifiques, à la température d'ébullition, sont respectivement 711, 1346 et 1367.

Deuxième groupe.	Aldéhyde propylique.	Propionate propylique.
Température d'ébullition	46°	124°,75
Densité à zéro	0,832	0,902
» à la température d'ébullition	0,773	0,763
Volume spécifique à la température d'ébullition	938	1900

L'odeur du premier liquide est suffocante; le second a une odeur de fruit assez agréable, un peu excitante.

» Dans ce groupe, nous ne voyons rien de commun que la composition centésimale des deux substances qui le composent.

Troisième groupe.	Aldéhyde butylique.	Butyrate butylique.
Température d'ébullition	62°	149°,5
Densité à zéro	0,862	0,872
» à la température d'ébullition	0,747	0,720
Volume spécifique à la température d'ébullition	1205	2500

Le premier liquide a une odeur suffocante; le second, une odeur de fruit assez agréable.

» Les liquides de ce groupe, de même que ceux du groupe précédent, n'ont de commun ici que leur composition centésimale.

Quatrième groupe.	Aldéhyde amylique.	Valérianate amylique.
Température d'ébullition	92°,5	190°
Densité à zéro	0,821	0,874
» à la température d'ébullition	0,725	0,700
Volume spécifique à la température d'ébullition	1483	3071

L'odeur du premier liquide est suffocante et désagréable; le second a une odeur de fruit assez agréable, un peu irritante.

» Comme nous l'avons déjà fait remarquer pour les groupes qui précèdent, les substances qui constituent ce groupe n'ont pour ainsi dire de commun que leur composition centésimale.

Cinquième groupe : Oxyde de méthyle et alcool vinique.

» Dans ce groupe, les différences d'état physique habituel viennent s'ajouter à beaucoup d'autres, puisque la première de ces substances est à l'état gazeux, tandis que l'autre est à l'état liquide. Le premier est encore gazeux à — 16 degrés, tandis que l'autre ne bout qu'au-dessus de 78 degrés.

Sixième groupe.	Oxyde d'éthyle.	Alcool butylique.
Température d'ébullition	35°,5	108°,0
Densité à zéro	0,736	0,817
Densité à la température d'ébullition	0,697	0,724
Volume spécifique à la température d'ébullition	664	1278

Différence d'odeur très-prononcée.

» De l'inspection de ces divers groupes il résulte que, sous les divers points de vue auxquels nous nous sommes placés, on ne trouve qu'un seul point de similitude entre les substances qui constituent chacun d'eux, la composition centésimale; toutes les autres propriétés, température d'ébullition, densité à zéro ou à leurs températures d'ébullition respectives, propriétés organoleptiques, volumes spécifiques, tout nous offre des différences parfois considérables entre les substances d'un même groupe (1).

Deuxième catégorie : *Substances isomères par réciprocité.*

Premier groupe.	Acétate propylique.	Propionate éthylique.
Température d'ébullition	103°,0	100°,0
Densité à zéro	0,910	0,914
Densité à la température d'ébullition	0,790	0,793
Volume à la température d'ébullition en prenant pour unité le volume à zéro	1,1505	1,1505
Volume spécifique à la température d'ébullition	1614	1608

Ces deux substances ont sensiblement la même odeur étourdissante.

» Nous trouvons donc, pour ces deux liquides, une presque identité dans leur température d'ébullition, dans leur densité, dans leur dilatabilité, dans leurs volumes spécifiques, dans leur odeur, etc. La seule différence caractéristique importante qu'ils présentent consiste en ce que, sous l'influence de la potasse hydratée, le premier de ces composés donne de l'acétate de potasse et de l'alcool propylique, tandis que l'autre donne, dans les mêmes circonstances, du propionate de potasse et de l'alcool vinique.

Deuxième groupe.	Butyrate propylique.	Propionate butylique.
Température d'ébullition	135°,0	135°,7
Densité à zéro	0,887	0,893
Densité à la température d'ébullition	0,745	0,743
Volume spécifique à la température d'ébullition	2181	2187

Les deux substances ont sensiblement la même odeur et la même dilatabilité.

» En un mot, il serait assez difficile de fixer leur constitution sans avoir recours à la décomposition par la potasse hydratée, qui, avec le pre-

(1) Si l'on tenait absolument à signaler des rapprochements plus ou moins justifiables, on en trouverait peut-être entre les volumes spécifiques des composés de chaque groupe. Le rapport de ces volumes spécifiques se rapproche plus ou moins de celui de 1 à 2; ces rapports peuvent s'exprimer à peu près par les nombres $\frac{71}{135}$, $\frac{94}{190}$, $\frac{121}{260}$, $\frac{148}{307}$, $\frac{66}{128}$.

mier de ces éthers, donne du butyrate de potasse et de l'alcool propylique, et avec le second, du propionate de potasse et de l'alcool butylique.

Troisième groupe.	Acétate butylique.	Butyrate éthylique.
Température d'ébullition	116°,5	113°,0
Densité à zéro	0,905	0,890
Densité à la température d'ébullition	0,778	0,764
Volume spécifique à la température d'ébullition	1864	1898

Leur odeur, presque identique, rappelle tout à la fois celle de l'ananas, de la banane mûre et de certaines poires d'été.

» Nous trouvons ici un petit écart dans les températures d'ébullition, dans les densités et dans les volumes spécifiques; néanmoins ces écarts sont encore peu importants; et ce qui distingue surtout ces deux composés, c'est que le premier, sous l'influence de la potasse hydratée, donne de l'acétate de potasse et de l'alcool butylique, tandis que l'autre, soumis au même traitement, donne du butyrate de potasse et de l'alcool vinique.

Quatrième groupe.	Valérianate butylique.	Butyrate amylique.
Température d'ébullition	173°,4	170°,3
Densité à zéro	0,888	0,877
» à la température d'ébullition	0,725	0,713
Volume spécifique à la température d'ébullition	2724	2770

L'odeur est à peu près la même; mélangée de beaucoup d'air, leur vapeur rappelle la pomme de reinette et en même temps celle de la menthe aquatique. L'odeur est beaucoup moins agréable, lorsque la vapeur éthérée est plus abondante; elle est, dans l'un comme dans l'autre cas, assez irritante.

» En somme, différences assez peu tranchées. Le caractère différentiel le plus saillant résulte de l'action de la potasse hydratée : avec le premier de ces composés, on obtient du valérianate de potasse et de l'alcool butylique; avec le second, du butyrate de potasse et de l'alcool amylique.

TROISIÈME CATÉGORIE : *Isomères par compensation.*

Premier groupe.	Valérianate éthylique.	Butyrate propylique.
Température d'ébullition	135°,5	135°
Densité à zéro	0,886	0,887
» à la température d'ébullition	0,744	0,745
Volume spécifique à la température d'ébullition	2184	2181

» Tout paraît identique, température d'ébullition, densité, dilatabilité, volume spécifique, odeur, etc. Toutefois, le premier, avec la potasse hydratée, donne du valérianate de potasse et de l'alcool ordinaire; le second donne du butyrate de potasse et de l'alcool propylique.

Deuxième groupe.	Valérianate éthylique.	Propionate butylique.
Température d'ébullition	135°,5	135°,7
Densité à zéro	0,886	0,893
» à la température d'ébullition	0,744	0,743
Volume spécifique à la température d'ébullition	2184	2187

Odeur assez difficile à distinguer.

» Nous avons encore ici presque identité absolue dans les propriétés physiques pour les deux liquides de ce groupe; mais, par la potasse hydratée, on peut les distinguer nettement, parce que le premier donne alors du valérianate de potasse et de l'alcool vinique, tandis que le second donne du propionate de potasse et de l'alcool butylique.

Troisième groupe.	Valérianate méthylique.	Acétate butylique.
Température d'ébullition	117°,5	116°,5
Densité à zéro	0,901	0,905
» à la température d'ébullition	0,774	0,778
Volume spécifique à la température d'ébullition	1337	1346

Identité presque absolue en tout, même pour l'odeur.

» La seule différence essentielle est dans le résultat de l'action de la potasse hydratée.

Quatrième groupe.	Valérianate méthylique.	Butyrate éthylique.
Température d'ébullition	117°,0	113°
Densité à zéro	0,901	0,890
» à la température d'ébullition	0,774	0,764
Volume spécifique à la température d'ébullition	1873	1898

L'odeur est presque identique, et rappelle celle de la banane mûre.

» Déjà, sans présenter des écarts considérables dans leurs propriétés physiques, les deux éthers qui constituent ce groupe n'offrent plus la même identité, sous ce rapport, que les autres éthers de la seconde catégorie.

» Nous allons maintenant passer en revue quelques autres groupes d'iso-

mères par compensation, dans lesquels les écarts deviendront de plus en plus accentués. Tels sont les suivants :

	Formiate propylique.	Acétate butylique.
Température d'ébullition	82°,7	73°
Densité à zéro	0,919	0,907
» à la température d'ébullition	0,823	0,814
Volume spécifique à la température d'ébullition	1337	1349

L'odeur du premier rappelle celle de certaines poires d'été, tandis que celle du second est tout à fait distincte.

» Nous n'insistons plus sur les résultats différents qu'on obtient sous l'influence de la potasse hydratée.

	Formiate butylique.	Acétate propylique.
Température d'ébullition	98°,5	103°
Densité à zéro	0,884	0,910
» à la température d'ébullition	0,779	0,790
Volume spécifique à la température d'ébullition	1637	1614

» Les écarts de densité sont encore un peu plus accentués que dans le groupe précédent. L'odeur du premier est moins étourdissante que celle du second; toutes deux sont d'ailleurs assez agréables; mais celle du dernier rappelle en outre celle d'un mélange de fruits.

	Formiate butylique.	Propionate éthylique.
Température d'ébullition	98°,5	100°
Densité à zéro	0,884	0,914
» à la température d'ébullition	0,779	0,793
Volume spécifique à la température d'ébullition	1637	1608

Ces deux éthers exhalent une odeur de fruit assez agréable, mais étourdissante.

» Ils ont donc à peu près même odeur, même température d'ébullition, mais leurs densités, soit à zéro, soit à leurs températures respectives d'ébullition, présentent des écarts encore plus grands que ceux dont nous avons déjà signalé l'existence.

	Acétate butylique.	Propionate propylique.
Température d'ébullition	116°,5	124°,75
Densité à zéro	0,905	0,902
» à la température d'ébullition	0,778	0,763
Volume spécifique à la température d'ébullition	1864	1900

L'odeur du premier rappelle tout à la fois l'ananas, la banane mûre et celle de certaines

poires; l'odeur du second, un peu irritante, est une odeur de fruit assez agréable, mais difficile à définir.

» Ici nous voyons une différence notable dans les températures d'ébullition, dans l'odeur caractéristique et dans la densité à la température d'ébullition, tandis que la densité à zéro est presque la même.

» En résumé, dans les groupes d'isomères centésimaux qui ont fait l'objet de la présente étude, nous voyons les différences porter sur l'ensemble des principales propriétés physiques, odeur, températures d'ébullition, densités, volumes spécifiques; en un mot, tout semble s'accorder pour différencier profondément les composés constituant les divers groupes de cette catégorie d'isomères.

» Dans les isomères par réciprocité, nous voyons la température d'ébullition, l'odeur, la densité soit à zéro, soit à la température en ébullition, la dilatabilité, le volume spécifique ne différer dans certains groupes que de quantités insignifiantes et négligeables, tandis que dans quelques autres groupes on observe, dans l'expression numérique de ces propriétés, des différences assez sensibles.

» Enfin, dans les isomères par compensation, nous trouvons encore certains groupes dans lesquels on peut constater une identité presque complète sur l'ensemble des propriétés physiques et organoleptiques, tandis que, dans d'autres groupes, on observe des différences plus ou moins importantes, soit dans quelques-unes seulement, soit dans l'ensemble de leurs propriétés physiques.

» Faut-il voir la règle dans les groupes où l'accord est le plus parfait, et ne considérer les résultats obtenus dans les autres groupes que comme des valeurs approchées, susceptibles de tendre de plus en plus vers cet accord que nous offrent les premières?

» L'état actuel de nos études ne nous permet pas de souscrire sans réserve à cette opinion. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Coup d'œil sur l'immense rôle joué par l'éther dans la nature; par* **M. Burdin.**

« L'univers se compose : 1° De différentes matières qui, solides, liquides ou gazeuses, forment ensemble les astres, la terre, les mers, les atmosphères, les minéraux, les végétaux, les animaux, enfin tous les corps palpables, étendus et impénétrables qui tombent sous nos sens;

» 2° D'un fluide d'une ténuité extrême, appelé *éther*, s'introduisant plus ou moins facilement dans les pores des matières ci-dessus et remplissant tous les espaces non occupés par elles, espaces, par suite, qui ne peuvent plus être considérés comme vides.

» Toutes ces matières, plus ou moins éloignées les unes des autres, s'attirent, il est vrai, en raison des masses et en raison inverse du carré des distances, mais, leurs atomes ou éléments étant très-rapprochés, ils s'unissent plus ou moins fortement entre eux ainsi qu'avec l'éther, en créant de nouveaux composés de toute sorte. Les molécules de l'éther, au contraire, à proximité, se repoussent mutuellement, d'après les lois précédentes, et l'on n'a pu constater, jusqu'à présent, qu'elles fussent pesantes, c'est-à-dire attirées vers la Terre ou un autre astre.

» Ce même éther est cependant matière à son tour, puisque ses ondulations mettent huit minutes et plus pour venir du Soleil à la Terre, trajet qu'elles devraient effectuer instantanément, s'il n'y avait pas de masse, d'après ce que nous enseigne la Mécanique.

» D'ailleurs, un courant électrique ou d'éther, s'il était immatériel, ne devrait pas renverser la flamme d'une bougie qu'on lui présente, percer une carte et vaincre bien d'autres résistances par son choc (ce dernier étant nul avec une masse nulle, bien entendu).

» L'éther, on le répète, s'unissant chimiquement avec la matière, c'est lui qui volatilisera les différents corps; par exemple, il maintiendra à l'état gazeux et élastique les atomes d'oxygène, jusqu'au moment où, dans un foyer enflammé ou autre cas, des atomes et éléments d'autres corps entourés d'éther tendront à se combiner chimiquement avec ceux dudit oxygène, en laissant alors échapper, sous forme de chaleur et de lumière (si la vitesse du jet le permet), la partie du fluide subtil devenue libre et non absorbée et non exigée par les nouveaux composés dus à la combustion.

» Dans la plupart de nos machines électriques, l'éther est dégagé des corps qui le renferment par le frottement d'un disque tournant en verre; ce fluide, alors sans chaleur et sans lumière (logé entre le verre et l'atmosphère couvrant ce dernier), s'échappera par les pointes des conducteurs ou cylindres en cuivre qu'on lui présentera. Toujours logé entre l'atmosphère et le cuivre poli, ce fluide s'élancera donc avec vitesse et, par suite, avec une étincelle, sur les corps qu'on lui présentera à l'extérieur, en perçant ladite atmosphère, si sa condensation ou tension est suffisante.

» Dans le cas où le disque de verre, au lieu de dégager de l'éther, l'accumulerait, au contraire, dans le corps frotté, alors l'étincelle précitée aurait

toujours lieu, il est vrai, mais, au lieu d'être due à du fluide s'élançant rapidement au dehors, elle serait, au contraire, due à ce même fluide se précipitant, du dehors au dedans, sur le conducteur en cuivre d'abord, puis sur le verre, puis enfin sur le corps frotté.

» L'éther ainsi, sortant ou rentrant dans notre machine, a été appelé *positif* et *négatif*, par Franklin; *vitré* et *résineux* par les autres physiciens. Dieu nous a caché, sans doute pour jamais, la cause des attractions, répulsions et affinités en question, dont les premières s'exercent au travers de tous les écrans ou obstacles avec lesquels on voudrait, en vain, les intercepter, mais sans rappeler les observations et les admirables calculs auxquels ont donné lieu les mouvements célestes. Qu'il nous suffise ici de citer une expérience mille fois répétée.

» La bouteille de Leyde, comme chacun sait, se remplissant par en haut d'électricité ou d'éther, l'action répulsive de ce dernier, traversant librement le fond de la bouteille, tandis que le fluide y reste enfermé, au moins en partie, par suite de la résistance opposée à son passage par la paroi vitreuse, il arrivera alors que, si l'on met en communication l'intérieur de cette bouteille avec le fond extérieur, ce sera en définitive vider, par un conduit, un volume de fluide élastique condensé dans un milieu (celui situé au-dessous de la bouteille), dans lequel le vide aura été préalablement produit à l'aide de la répulsion occulte venant de l'intérieur à travers le verre.

» Deux atmosphères de fluide élastique, l'une très-dense, l'autre plus ou moins raréfiée, communiquant ainsi l'une avec l'autre, la première s'élancera donc avec chaleur, avec vitesse et lumière, par suite, dans la seconde, en prouvant ce que nous venons d'avancer, ou en prouvant, on le répète, que la lumière n'est que de l'éther lancé avec assez de vitesse pour frapper suffisamment notre nerf optique, et que la chaleur à son tour est aussi de l'éther lancé avec assez d'abondance pour pénétrer avec douleur nos personnes et pour entrer dans les corps divers, qu'il fondra ou volatilisera dans cette occasion.

» Le Soleil étant considéré comme un immense globe incandescent, ne réparant ou ne retrouvant point l'éther perdu, il ne lancera donc plus ni chaleur ni lumière dans le cas où les corps dits combustibles qui en font partie seraient entièrement consumés, c'est-à-dire dans le cas où les produits des combustions ou combinaisons qui s'y opèrent n'y mettraient plus en liberté l'excédant d'éther servant dans ce moment à nous échauffer et à nous éclairer; mais, pour nous épargner une si terrible éventualité et per-

pétuer le grand phénomène de la vie sur notre planète, la providence, qui veille sur l'univers, a sans doute pris ses mesures; peut-être, dès l'origine du monde, a-t-elle jeté dans l'immensité des cieux des astéroïdes combustibles en quantités suffisantes, qui, destinés plus tard à tomber sur le Soleil, ranimeront les feux si éminemment bienfaisants de ce dernier; peut-être aussi qu'avant de s'éteindre ce même Soleil, sur ses points (les premiers refroidis surtout), pourra-t-il régénérer ses combustibles à l'instar de notre Terre, qui, grâce à la végétation ou autres causes connues ou inconnues, semble ramener sans cesse des espaces environnants tout l'éther qu'elle leur a laissé après nos combustions ou combinaisons diverses, et cela pendant que les atomes de la matière resteront près de nous par l'effet de leur pesanteur, toujours en même quantité, donnant lieu à mille composés, il est vrai, mais sans jamais se décomposer eux-mêmes.

» Passons maintenant à l'éther converti en courant dynamique et continu par les piles de Volta et autres.

» Soit, par exemple, la pile expliquée par M. Larive, ou soit un baquet rempli d'acide sulfurique étendu d'eau. Ce baquet étant de droite à gauche divisé en auges successives, par des parois ou plaques de zinc soudées à une plaque de cuivre venant à la suite, il arrivera que le premier zinc s'oxydera d'abord en fournissant par conséquent de l'éther, et qu'ensuite les zincs suivants en feront de même en produisant plus ou moins de chaleur dans les auges, tandis que les cuivres soudés à la suite de ces zincs resteront intacts ou non attaqués par l'acide. Dans cet état de choses, si le premier bout du fil métallique ou conducteur est plongé dans la première auge, l'éther, appelé jusqu'à présent électricité vitrée, s'échappera, et si ce fil se prolonge jusque dans l'intérieur de la dernière auge fermée par le cuivre et où il n'y aura plus d'oxyde de cuivre produit, l'éther formera alors un courant continu (partant de la première auge et arrivant à la dernière), où il se jettera dans l'acide d'abord, puis de là dans l'espace environnant. Une partie de cet éther traversant le cuivre soudé au zinc pourra même, dans ce cas, venir rejoindre celui des auges précédentes, dû à l'oxydation des plaques de zinc, lequel fluide vient gagner le premier bout du fil conducteur, en alimentant ce dernier.

» Un tel courant croît, bien entendu, avec le nombre et la surface des plaques de zinc, étant dirigé à travers un liquide, l'eau par exemple; il décomposera cette dernière, en entraînant avec lui les atomes d'oxygène et d'hydrogène séparés. Les premiers, plus pesants ou plus matériels, pour-

ront d'abord être recueillis sous une cloche de verre, tandis que les deuxièmes le seront plus loin.

» La potasse, la soude et grand nombre d'autres substances ou dissolutions ont pu, ainsi que l'eau, être décomposées par le courant dont il s'agit.

» Ampère a observé, il est vrai, que deux courants voisins, parallèles et dirigés dans le même sens s'attirent, tandis que, dirigés en sens opposés, ils se repoussent; mais l'air de l'atmosphère est entraîné dans le premier cas, et, par suite, se raréfie un peu entre les courants, tandis que dans le deuxième cas il est refoulé sur lui-même en se condensant plus ou moins; l'attraction et la répulsion dont il s'agit se trouvent donc un peu augmentées dans cette occasion, si toutefois elles existent réellement et indépendamment du gaz matériel environnant.

» En terminant le présent aperçu, il conviendrait sans doute de parler de l'éther qui semble animer l'homme et les animaux, en circulant sans cesse dans les tubes nerveux, depuis notre cerveau, cervelet, moelle épinière et ganglions, jusqu'aux parties les plus extrêmes de notre individu.

» Il faudrait surtout tâcher d'expliquer ces étonnantes facultés qu'il nous procure (celles de sentir, de penser, de vouloir, de souffrir, de jouir, etc., etc.). Mais comme on se trouve encore dans une ignorance complète sur ces sujets, nous ne pouvons pas, de notre côté, ne pas nous abstenir. »

M. le Président annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *F.-A. Pouchet*, Correspondant de la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé à Rouen le 6 décembre 1872.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de neuf Membres, qui sera chargée de juger le Concours des prix de Médecine et Chirurgie (fondation Montyon) pour l'année 1872.

MM. Cloquet, Nélaton, Cl. Bernard, Bouillaud, Robin, Sédillot, Andral, Larrey, Milne Edwards obtiennent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Quatrefages, Coste, Bouley, Wurtz, de Lacaze-Duthiers.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une

Commission de cinq Membres, qui sera chargée de juger le Concours des prix de Statistique (fondation Montyon) pour l'année 1872.

MM. Bienaymé, Ch. Dupin, Mathieu, Boussingault, Morin réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Passy, Belgrand, Chevreul, Bertrand.

RAPPORTS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Alph.-Milne Edwards, *intitulé:* Recherches sur l'anatomie des Limules.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Emile Blanchard rapporteur.)

« Le travail dont nous venons rendre compte à l'Académie porte sur les Limules : un type des plus remarquables de l'embranchement des animaux articulés qui, dans le monde actuel, n'est représenté que par un très-petit nombre d'espèces : une d'elles habitant la mer des Antilles, les côtes de la Floride, de la Caroline, du Yucatan; les autres répandues sur les côtes de l'Asie, depuis la mer du Japon jusqu'à l'archipel des Moluques. Aux yeux des anciens naturalistes, les Limules étaient simplement des Crustacés; l'étude a été plus attentive et toujours les observateurs se sont trouvés davantage frappés des particularités de conformation qui éloignent ces animaux des Crustacés ordinaires. En 1828, Straus-Durckheim fit les premières remarques relatives à l'anatomie des Limules; dix ans plus tard, un habile zoologiste de la Hollande, Van der Hoeven, publia sur ce sujet un travail considérable demeuré fatalement très-incomplet et entaché d'erreurs, parce qu'il avait été exécuté sur des individus conservés dans l'esprit-de-vin. A son tour, M. Richard Owen s'est occupé de quelques points de l'organisation des Limules; aucun travail général n'a encore été mis au jour par l'illustre Associé étranger de l'Académie, et seules, deux Notes, dont une récente, nous instruisent des résultats de ses recherches concernant le système nerveux et l'appareil circulatoire. Enfin, pendant les deux années qui viennent de s'écouler, ont été faites de divers côtés d'intéressantes observations sur les formes embryonnaires des êtres singuliers qui habitent les parages de l'Amérique et de l'Asie. Tous ces travaux ne suffisaient pas pour apprendre comment on doit considérer le type.

» Straus-Durckheim a émis l'opinion que les Limules ne sont nullement

des Crustacés, mais des Arachnides; au premier abord, l'idée du célèbre auteur de la *Monographie du Hanneton* parut étrange. En effet, tous les Arachnides sont conformés pour la respiration aérienne, et les Limules pour la respiration aquatique, ainsi que tous les Crustacés. Néanmoins, le jour où l'organisation des Arachnides a été bien connue, certaines particularités du système appendiculaire des Limules exactement appréciées, de curieuses ressemblances ont été saisies. Chez les Arachnides supérieurs, les antennes, les appendices céphaliques dont la présence est ordinaire parmi les animaux articulés, sont transformées pour une adaptation à un usage spécial et, chez des Arachnides inférieurs, les antennes disparaissent; les Limules sont également privés de ces appendices. Si le fait a échappé à l'attention de la plupart des auteurs, il n'était pas douteux pour quelques naturalistes. Une autre relation entre les deux types demeurait manifeste. Chez les Arachnides les plus parfaits, les pièces buccales n'apparaissent qu'à l'état rudimentaire, plus souvent encore comme un simple vestige; des pattes suppléent à l'absence des mandibules et des mâchoires; chez les Limules, pareille singularité se présente. Manquant, au sujet de l'organisation interne de ces derniers, de notions indispensables pour juger d'une manière rigoureuse d'affinités naturelles que les caractères extérieurs semblaient indiquer, les zoologistes n'avaient d'autre ressource que l'induction. Autrefois, à chaque instant, les naturalistes se laissaient tromper par des particularités de l'organisme peu importantes, mais fort apparentes; ils prenaient pour des caractères typiques des modifications toutes superficielles en rapport avec des conditions d'existence diverses, auxquelles se trouvent soumis des représentants d'un groupe naturel. La science moderne a dévoilé à cet égard tout un ordre de faits qui suggère des vues de l'ordre le plus élevé et des considérations philosophiques. Aussi, en présence de certaines ressemblances qui existent entre les Limules et les Arachnides, était-il permis de se demander si, pour une adaptation au genre de vie, on n'avait pas à constater des modifications plus considérables que toutes celles que nous connaissions d'ailleurs; en un mot, s'il ne fallait pas voir dans le Limule un Arachnide conformé par la respiration aquatique. De cet état de doute, les recherches de M. Alph.-Milne-Edwards acquièrent déjà un prix; car elles ferment la carrière à l'imagination, en montrant la réalité.

» Depuis quelques années, des Limules vivants sont de temps à autre apportés des rivages d'Amérique en Europe; M. Alph.-Milne-Edwards a mis cette circonstance à profit pour acquérir de nombreux individus, et il a

dirigé ses investigations principalement sur le système nerveux et sur le système circulatoire, les deux appareils organiques les moins connus chez le type et qu'il importait le plus de connaître. Il a découvert un trait d'organisation bien saisissant : une relation intime entre le système nerveux et le système artériel dont on n'avait aucun exemple (1). Chez le Limule, la partie centrale du système nerveux est logée dans l'intérieur de la grosse artère ventrale, et la plupart des nerfs, sur une étendue considérable de leur trajet, sont également enfermés dans l'intérieur des différentes artères. Les travaux antérieurs avaient donné l'idée exacte de la position, de la forme et du volume extraordinaire du cœur; pour la première fois, la structure de l'organe, les muscles ou les ligaments qui le maintiennent attaché à la paroi dorsale du corps ont été l'objet d'une étude profonde. Trompés par l'apparence et peut-être entraînés par des analogies, Van der Hoeven, Duvernoy, M. R. Owen ont cru qu'une aorte postérieure dérive de l'extrémité du cœur, comme chez beaucoup de Crustacés et d'Arachnides; il est prouvé maintenant que le cœur, sans ouverture en arrière, est seulement appliqué sur l'artère abdominale supérieure, qui est formée par la réunion des deux principales artères latérales; d'autres erreurs du même genre avaient été commises, elles sont aujourd'hui rectifiées. Les troncs artériels qui partent du cœur sont au nombre de onze; trois de ces vaisseaux naissent de l'extrémité antérieure, et quatre de la portion moyenne. Les deux troncs latéraux antérieurs, véritables crosses aortiques, plongent bientôt et débouchent dans un réservoir sanguin rappelant le petit sinus qui existe chez les Scorpions, mais ayant une ampleur telle qu'il entoure complétement la masse centrale du système nerveux. De ce réservoir sortent les artères des appendices et la grosse artère ventrale; celle-ci n'est pas fortement accolée à la chaîne ganglionnaire, comme M. Owen l'a écrit; elle renferme cette chaîne dans son intérieur. Le système artériel du Limule, qui est d'une étonnante richesse, a été observé par M. Alph.-Milne Edwards jusque dans les moindres détails; à l'aide du microscope, les dernières ramifications ont été suivies au milieu des fibres musculaires primitives et dans le tissu des membranes les plus délicates. Des dispositions très-particulières des principaux vaisseaux ont été constatées; des anastomoses multiples entre les artères, établissant des communications faciles entre toutes

(1) Chez des sangsues et des planaires, il a été constaté que certaines parties du système nerveux sont baignées par le sang; mais le fait reste très-limité.

les parties du système, comme il n'y en a d'exemples ni chez les Crustacés ni chez les Arachnides, ont été reconnues.

» A l'égard du système veineux du Limule, notre ignorance était complète : tout à présent est éclairci sur ce point. Il existe des capillaires et des canaux veineux simplement endigués par les tissus voisins ; mais la plupart des veines sont des tubes à parois propres qu'on isole aisément par la dissection. C'est un degré de perfection dont les Crustacés n'ont offert aucun exemple, et qui surpasse peut-être celui qu'on a observé chez les Arachnides. Le sang qui revient des différentes parties du corps est reçu dans un vaste canal collecteur, et de chaque côté porté aux organes respiratoires par des ouvertures correspondant au sinus interne des lames branchiales. Le fluide nourricier, repris par les vaisseaux branchio-cardiaques bien constitués, se trouve versé dans la cavité péricardique, remplissant, comme chez les autres articulés, les fonctions d'une oreillette, d'où il pénètre dans le cœur par les orifices auriculo-ventriculaires. Le mécanisme de la circulation du sang a été l'objet d'un examen très-attentif de la part de l'auteur du Mémoire. De même que chez les Scorpions, ce mécanisme résulte de l'intervention de certains muscles : l'un en se contractant ferme le passage entre le canal collecteur et les branchies ; un autre agit de façon à maintenir le passage ouvert, et en élevant le plancher ventral de manière à comprimer le canal collecteur et à pousser le sang dans les branchies.

» Le système nerveux du Limule, en grande partie masqué par les parois des artères, est d'une étude difficile, et les auteurs précédents n'étaient jamais parvenus à l'isoler complétement : de là des erreurs graves. Parmi les nerfs, les uns sont libres, si ce n'est à l'origine, tandis que les autres cheminent sur un long parcours dans l'intérieur des artères. M. Alph. Milne Edwards a suivi avec un soin extrême le trajet de chacun de ces nerfs, donnant une attention particulière à la façon dont il émerge de l'artère ; il a découvert sur le rectum un centre d'innervation qui n'a été observé chez aucun autre animal articulé. Ajoutons une dernière mention pour un fait important. Les appendices insérés près de la bouche avaient été regardés par quelques anatomistes, bien à tort, comme des antennes ; la constatation de l'origine des nerfs dévolus à ces appendices a été faite, elle prouve d'une manière indiscutable que ce sont des pièces buccales.

» Nous avons vérifié sur de nombreuses préparations, d'une netteté irréprochable, tous les faits consignés dans le travail de M. Alph. Milne Edwards. La connaissance très-parfaite de l'organisation d'un type de pre-

mier ordre dans l'embranchement des articulés est vraiment acquise. Comme il arrive presque invariablement, lorsque certaines questions sont éclaircies, elles font naître aussitôt de nouvelles questions. Surpris des singuliers rapports qui viennent d'être signalés entre le système nerveux et le système artériel que l'auteur explique très-judicieusement par la formation tardive des artères, on devra chercher à savoir à quelle nécessité physiologique répond l'immersion du système nerveux dans le sang. L'étude d'animaux jeunes et l'examen attentif de toutes les conditions biologiques conduiront peut-être à une solution.

» Les curieuses dispositions anatomiques que M. Alph.-Milne Edwards fait connaître ne laissent plus aucune place à l'incertitude relativement aux affinités naturelles des Limules. Ces animaux ne sont pas des Arachnides modifiés pour la vie aquatique, moins encore des Crustacés, comme le pensaient jusqu'ici la plupart des zoologistes : ce sont des êtres d'un type spécial lié aux Arachnides par diverses analogies et empruntant quelques traits de l'organisation des Crustacés. Les Limules demeurent, dans le monde actuel, les seuls représentants de ce type. Mais pendant les anciennes périodes géologiques, le type était représenté par des formes assez variées. Un auteur anglais, M. Woodward, a consacré un grand ouvrage à ces êtres dont les restes ont été découverts dans les terrains carbonifères et dans les terrains siluriens (1); d'après certains caractères, il paraît avoir jugé très-sainement de la parenté des Limules avec ces animaux éteints. De l'ensemble il a formé une grande division sous le nom de *Merostomata;* ainsi les recherches anatomiques dont nous venons d'entretenir l'Académie jettent une sorte de lumière sur des êtres dont on ne possède que des débris.

» Il semble fort inutile de dire que le travail dont nous avons indiqué les résultats a exigé beaucoup de temps, de patience et même d'habileté; mais il convient peut-être de rappeler comment il a été poursuivi. Il y a quatre ans, l'auteur avait obtenu plusieurs Limules vivants, et dès cette époque il avait eu la bonne fortune de reconnaître des faits intéressants. Malgré la difficulté de se procurer de nouveaux individus, il a préféré attendre l'heure favorable pour vérifier ses premières observations et compléter ses recherches, ne voulant pas livrer à la publicité une œuvre inachevée. C'est d'un bon exemple.

» En résumé, un sujet du plus haut intérêt, qu'on n'avait encore étudié

(1) *Monograph of the British fossil Crustacea belonging to the order* Merostomata, in *Paleontographical Society*, 1865, 1869, 1871.

que d'une manière très-imparfaite, a été élucidé de la façon la plus satisfaisante ; un très-beau travail a été exécuté. N'oubliant pas que les meilleures descriptions anatomiques doivent toujours être accompagnées de représentations fidèles, l'auteur nous a donné de nombreuses planches, où l'on suit avec sûreté les dispositions des appareils organiques. Nous demandons à l'Académie d'accorder un témoignage significatif de son approbation en décidant que le Mémoire de M. Alph.-Milne Edwards sera inséré dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. C. Rosmann adresse, de Soleure (Suisse), des « Recherches analytiques sur les roches, au point de vue de leurs principes absorbables par les végétaux ».

Ce travail, exécuté dans les environs de Neuf-Brisach, a porté essentiellement sur les trois principes suivants : « 1° l'acide phosphorique, qui a été déterminé au moyen du molybdate d'ammoniaque dissous dans l'eau acidulée par l'acide nitrique, puis dosé comme pyrophosphate de magnésie; 2° la potasse, qui a été dosée à l'état de chloroplatinate; 3° la soude, à l'état de chlorure de sodium. Les analyses ont porté concurremment sur des roches et sur des terrains cultivés dans des conditions diverses. »

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. Erb adresse, de Thoune (Suisse), une Note relative à un procédé de destruction du *Phylloxera*.

Ce procédé consisterait à arracher les plans de vigne, les nettoyer avec l'eau et la brosse, les soumettre à des fumigations soufrées; à retourner la terre, l'arroser avec de l'eau sulfurée; enfin à replanter les ceps.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. L. Balissat adresse une Note concernant la destruction du *Phylloxera*.

L'auteur voudrait qu'on attirât le *Phylloxera*, à l'aide d'une substance dont il serait avide, sur des fragments de racines qu'on placerait dans le voisinage des souches malades et qu'on brûlerait ensuite.

(Renvoi à la Commission.)

La Note de M. **Gramme**, présentée dans la précédente séance, est renvoyée à l'examen d'une Commission, composée de MM. Dumas, Edm. Becquerel, Jamin.

Le *Mémoire* de M. **Kretz** sur « l'Élasticité dans les machines en mouvement », qui avait été soumis à l'examen d'une Commission dont les Membres sont décédés depuis, est renvoyé à l'examen d'une Commission nouvelle, qui se composera de MM. O. Bonnet, Villarceau, Phillips.

M. **Malard** demande et obtient l'autorisation de retirer un Mémoire présenté par lui au mois d'août dernier, et sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

» 1° Deux volumes de M. *F. Hœfer*, portant pour titres : « Histoire de la Physique et de la Chimie » et « Histoire de la Botanique, de la Minéralogie et de la Géologie »;

(Les deux ouvrages de M. *F. Hœfer* sont renvoyés à la Commission du Prix de Statistique de la fondation Montyon.)

» 2° Trois brochures de M. *A. Leymerie*, intitulées : « Note sur les escarpements rocheux de Saint-Martory, et sur une colonie turonienne dans cette localité » ; « Note sur les petites Pyrénées, chaînon extérieur de la demi-chaîne orientale des Pyrénées », et « Sur les conditions géologiques où se trouve le pays toulousain, à l'égard des eaux souterraines, et particulièrement des eaux artésiennes ».

L'Académie reçoit des Lettres de remercîment de MM. *Grimaud* (de Caux), *Boussinesq*, *C. Jordan*, *Ed. Grimaux*, *Borrelly*, *Thévenot*, *Castan*, *Barthélemy*, pour les récompenses qui leur ont été décernées dans la dernière séance publique (Concours de 1870 et de 1871).

M. **le Recteur de l'Université de Dorpat** adresse une Lettre relative à l'échange des publications de cette Université avec celles de l'Académie.

(Cette pièce sera transmise à la Commission administrative.)

M. **L.-Am. Sédillot** fait hommage à l'Académie, pour être conservée

dans ses archives, d'une Lettre de feu le Maréchal *Vaillant*, sur l'origine de nos chiffres.

Cette Lettre sera jointe aux pièces qui ont été offertes à l'Académie par M. Becquerel.

ASTRONOMIE. — *Découverte et observations d'une nouvelle petite planète, faites à l'Observatoire de Marseille;* Note de M. BORRELLY, présentée par M. Yvon Villarceau.

« La nouvelle petite planète, qui paraît devoir prendre le n° (128), a été découverte dans la nuit du 4 décembre, à 9 heures; son éclat est taxé 10[e] grandeur. Voici les observations qui en ont été faites :

	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	l(par. × Δ).	Distance au pôle nord.	l(par. × Δ).
	h m s	h m s		° ′ ″	
1872. Déc. 4...	11.56.21,0	4.12.53,81	+$\bar{2}$,3749	70.22.24,0	−0,5517
5...	8.58. 0,5	4.12. 1,59	−$\bar{1}$,4061	70.22. 7,4	−0,5935
7...	9.16.12,5	4.10. 6,43	−$\bar{1}$,3213	70.21.19,7	−0,5795

» L'étoile de comparaison est la même pour ces trois observations : 225 Weisse, hora 4, 8[e] grandeur. La position moyenne adoptée est, pour 1872,0,

$$4^h 12^m 1^s,43 \qquad\qquad 70°21'53'',0.$$

» *N. B.* — Les observations du 5 et du 7 ont été faites avec le télescope Foucault. »

GÉOMÉTRIE. — *Essai sur la Géométrie à n dimensions; par* M. C. JORDAN. (Extrait par l'Auteur.)

« On sait que la fusion opérée par Descartes entre l'Algèbre et la Géométrie ne s'est pas montrée moins féconde pour l'une de ces sciences que pour l'autre; car si, d'une part, les géomètres ont appris, au contact de l'Analyse, à donner à leurs recherches une généralité jusque-là inconnue, les analystes, de leur côté, ont trouvé un puissant secours dans les images de la Géométrie, tant pour découvrir leurs théorèmes que pour les énoncer sous une forme simple et frappante.

» Ce secours cesse, lorsqu'on passe à la considération des fonctions de plus de trois variables; aussi la théorie de ces fonctions est-elle relativement fort en retard. Le moment semble venu de combler cette lacune, en généralisant les résultats déjà obtenus pour trois variables. Beaucoup de géomètres s'en sont déjà occupés, d'une manière plus ou moins incidente ;

mais nous ne connaissons cependant aucun travail d'ensemble sur ce sujet (1).

» Nous nous proposons, dans le présent essai, de montrer comment les principales formules de la théorie de la droite et du plan doivent être généralisées pour s'étendre aux fonctions linéaires d'un nombre quelconque de variables.

» Bien que ces recherches soient purement algébriques, nous avons cru utile d'emprunter, comme nos devanciers, quelques expressions à la Géométrie. Ainsi nous considérons un *point* comme défini, dans l'espace à n dimensions, par les valeurs de n coordonnées $x_1, \ldots, x_n$. Une équation linéaire entre ces coordonnées définira un *plan; k* équations linéaires simultanées, un *k — plan; n —* 1 équations, une *droite;* la *distance* de deux points sera $\sqrt{(x_1 - x'_1)^2 + \ldots}$, etc.

» Ces définitions posées, nous étudions, dans la section I de notre Mémoire, les divers degrés de parallélisme qui peuvent exister entre deux *multiplans;*

» Dans la deuxième, les conditions de perpendicularité ;

» Dans la troisième, les formules de transformation des coordonnées.

» Les sections suivantes renferment des résultats plus intéressants.

» La section IV est consacrée à l'étude des relations indépendantes du choix des axes (les coordonnées restant rectangulaires) qui peuvent exister entre deux multiplans. Nos principaux résultats consistent dans les propositions suivantes :

» 1° Un système formé d'un *k — plan* P_k et d'un *l — plan* P_l passant par un même point de l'espace a ρ invariants distincts, ρ étant le plus petit des nombres k, l, $n-k$, $n-l$. On peut considérer ces invariants comme définissant les *angles* des deux multiplans. Leur détermination revient au problème connu : Faire disparaître les rectangles d'une forme quadratique à ρ variables par une substitution orthogonale.

» 2° Les divers plans perpendiculaires à P_k formant par leur intersection un $n-k$ plan P_{n-k}, dont les angles avec P_l s'obtiendront en ajoutant $\frac{\pi}{2}$ aux angles de P_k et de P_l.

» 3° Si P_k et P_p ne se coupaient pas, on aurait un invariant de plus, à savoir leur plus courte distance.

(1) Un seul chapitre de cette nouvelle théorie nous paraît pouvoir être considéré comme à peu près achevé : c'est celui de la courbure des surfaces. *Voir* la Thèse de M. Morin, 1867, et les Mémoires de M. Sophus Lie (*Göttinger Nachrichten*, 1871).

» Dans la section V, nous donnons le système des formules qui relient entre eux les angles mutuels des divers multiplans formés avec n plans donnés quelconques, concourant au même point. Ces formules se réduisent, pour $n = 3$, à celles de la Trigonométrie sphérique. Nous les rattachons à la considération du déterminant de la forme quadratique qui donne la distance de deux points (les n plans donnés étant pris pour plans coordonnés).

» Dans la section VI, nous montrons comment une substitution orthogonale de déterminant 1 peut être ramenée, par un changement d'axes rectangulaires, à une forme canonique simple, dépendant de $\frac{n}{2}$ invariants si n est pair, de $\frac{n-1}{2}$ s'il est impair. Nous donnons les équations différentielles auxquelles satisfont ces invariants. De cette recherche nous déduisons, entre autres résultats, la généralisation des théorèmes suivants :

» *Tout mouvement plan se réduit à une rotation autour d'un point.*

» *Tout mouvement dans l'espace est hélicoïdal.*

» Nous en tirons encore la généralisation de la loi de réciprocité qui a été signalée par M. Chasles, et qui a servi de fondement à ses belles recherches sur le déplacement des solides.

» Quelques-uns des résultats ci-dessus avaient été déjà signalés par M. Schläfli (*Journal de M. Borchardt*, t. LXV).

» Nous terminons en donnant les lois de la composition des mouvements infiniment petits, dans l'espace à quatre dimensions. Notre résultat se formule dans ce théorème :

» *Une rotation infinitésimale, dans l'espace à quatre dimensions, peut être représentée dans l'espace à trois dimensions par deux droites* A *et* B, *de grandeur et de direction convenables. Deux rotations* R_1, R_2, *respectivement représentées par les droites* A_1 *et* B_1, A_2 *et* B_2, *auront pour résultante une rotation représentée par les droites* A, *résultante de* A_1 *et* A_2, *et* B, *résultante de* B_1 *et* B_2 (*ces droites étant combinées suivant la règle du parallélogramme*). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la force vive d'un système vibrant;* Note de **M. Quet**.

« Dans un Mémoire non encore imprimé, qui a été présenté à l'Académie en 1865 et qui, conformément à la proposition de M. Fizeau, a reçu en 1866 une Mention honorable, j'ai démontré la proposition suivante :

Les forces vives explicite, implicite *et* totale *de tout système vibrant sont respectivement égales à la somme des forces vives de même dénomination qui correspondent aux divers mouvements simples, dans lesquels le mouvement produit peut se décomposer.* J'avais été conduit à ce théorème par la découverte que M. de Saint-Venant avait fait connaître en 1865. C'est de lui qu'il est question dans une partie de la Communication et du Rapport présentés par ce savant à la dernière séance de l'Académie. J'en ai trouvé une nouvelle démonstration très-rapide, que je vais indiquer brièvement, en adoptant les notations de Lagrange. L'équation des forces vives est

$$T + V - H = \gamma.$$

T, V — H et γ sont les demi-forces vives *explicite, implicite* et *totale*, ou les énergies *actuelle, potentielle* et *totale*. On trouve, dans l'ouvrage de Lagrange,

$$T = \frac{(1)d\xi^2 + (2)d\psi^2 + (3)d\varphi^2 + \ldots}{2dt^2} + \frac{(1,2)d\xi d\psi + (1,3)d\xi d\varphi + (2,3)d\psi d\varphi + \ldots}{dt^2},$$

$$V - H = \frac{[1]\xi^2 + [2]\psi^2 + [3]\varphi^2 + \ldots}{2} + \left\{[1,2]\xi\psi + [1,3]\xi\varphi + [2,3]\psi\varphi + \ldots]\right\},$$

$$\xi = S' + S'' + S''' + \ldots, \quad \psi = f'S' + f''S'' + \ldots, \quad \varphi = g'S' + g''S'' + \ldots;$$

$$\frac{d\xi}{dt} = U' + U'' + U''' + \ldots, \quad \frac{d\psi}{dt} = f'U' + f''U'' + \ldots, \quad \frac{d\varphi}{dt} = g'U' + g''U'' + \ldots.$$

» J'ai posé

$$S = E\sin(t\sqrt{K} + \varepsilon), \quad U = E\sqrt{K}\cos(t\sqrt{K} + \varepsilon);$$

les accents se rapportent aux diverses racines d'une équation en K, dont le degré est égal au nombre des variables ξ, ψ, φ,..., et que l'on obtient par l'élimination des quantités f, g,..., entre les n équations suivantes :

$$P = Kp, \quad Q = Kq, \quad R = Kr \ldots.$$

» Pour démontrer le théorème sûr les forces vives implicites, il n'y a qu'à porter les valeurs précédentes de ξ, φ, ψ dans l'expression de V — H, en ayant égard à une remarque que je ferai bientôt. A cause de la symétrie des formules, la même démonstration servira pour la force vive explicite. On a

$$\begin{aligned} 2(V - H) = {} & S'^2\left\{[1] + [2]f'^2 + [3]g'^2 + 2\left\{[1,2]f' + [1,3]g' + [2,3]g' + f'\right\}\right\} \\ & + 2S'S''\left\{[1] + [2]f'f'' + [3]g'g'' \right. \\ & \left. + [1,2](f' + f'') + [1,3](g' + g'') + [2,3](f'g'' + f''g')\ldots\right\}, \\ & + S''^2\ldots \\ & + \ldots. \end{aligned}$$

» Je mets en évidence les quantités f'', g'',... dans le coefficient de $2S'S''$, et j'ai pour sa valeur

$$[1]+[1,2]f'+[1,3]g'+\ldots+f''\{[1,2]+[2]f'+[2,3]g'\ldots\}$$
$$+g''\{[1,3]+[2,3]f'+[3]g'\ldots\}\ldots$$

Cette quantité se réduit immédiatement à

$$P'+f''Q'+g''R'+\ldots,$$

d'après les expressions de P, Q, R données par Lagrange, et, par suite, à

$$K'(p'+f''q'+g''r'+\ldots).$$

Or Lagrange démontre que l'on a cette équation importante :

$$p'+f''q'+g''r'+\ldots=0.$$

Il suit de là que le coefficient de $2S'S''$ est nul. Le coefficient de S'^2 peut s'écrire ainsi :

$$[1]+[1,2]f'+[1,3]q'+\ldots+f'\{[1,2]f'+[2]f'+[2,3]g'+\ldots\}$$
$$+g'\{[1,3]+[2,3]f'+[3]g'+\ldots\}+\ldots,$$

ou bien

$$P'+f'Q'+g'R'+\ldots \quad \text{ou} \quad K'(p'+f'q'+g'r'+\ldots).$$

Je pose

$$h=p+fq+gr+\ldots$$

et j'ai

$$2(V-H)=K'h'S'^2+K''h''S''^2+K'''h'''S'''^2+\ldots;$$

de même on a

$$2T=h'U'^2+h''U''^2+h'''U'''^2+\ldots.$$

Comme

$$U^2+KS^2=KE^2,$$

il s'ensuit que

$$2\gamma=h'K'E'^2+h''K''E''^2+\ldots.$$

Les trois équations qui précèdent renferment les trois parties du théorème général que j'ai énoncé.

» Chaque molécule des corps consiste en un assemblage d'atomes qui sont tenus à distance les uns des autres par des forces attractives ou répulsives, et qui peuvent osciller autour d'une position d'équilibre stable. La

molécule est donc en quelque sorte un instrument vibrant qui peut se déplacer, tourner sur lui-même et osciller autour du centre de gravité.

» Lorsque les atomes de la molécule vibrent sans que celle-ci tourne et se déplace, la demi-force *totale* de ces vibrations, qui sert de mesure dynamique à la chaleur due à ces vibrations, est égale, d'après le théorème précédent, à la somme des chaleurs qu'elle aurait si chaque mouvement simple, dans lesquels le mouvement atomique peut se décomposer, avait lieu séparément et successivement.

» Les atomes de la molécule ne peuvent exécuter qu'un nombre déterminé de mouvements simples dont les durées périodiques dépendent de la constitution de la molécule. Cela résulte des équations qui précèdent, et s'applique au cas de la molécule isolée. Dans l'éther, chacun de ces mouvements simples engendre une onde de même durée périodique. Il est permis de conjecturer que telle est la cause des raies brillantes que la lumière des vapeurs et des gaz incandescents produit dans le spectre prismatique. Si la flamme de l'alcool salé donne abondamment les rayons jaunes D, c'est que les durées périodiques de ces rayons appartiennent à la série des durées périodiques qui caractérisent les mouvements simples dont la molécule du sel marin est susceptible.

» Lorsque ces rayons jaunes traversent la flamme de l'alcool salé, ils font vibrer synchroniquement les atomes de la molécule de sel marin, ce qui est possible, d'après ce que nous venons de dire. Ils leur communiquent donc une partie de leur force vive, ce qui explique l'absorption observée par expérience, et, par suite, la cause du renversement des raies, et plus généralement la cause de l'inégalité qui existe dans les pouvoirs absorbants des gaz et des vapeurs pour les divers rayons calorifiques ou lumineux.

» Je traiterai, dans une autre Communication, de la force vive d'un système qui vibre, tourne et se déplace. »

PHYSIQUE. — *Sur les effets thermiques de l'aimantation*. Note de **M. J. Moutier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les expériences de MM. Jamin et Roger ont montré que le passage intermittent d'un courant dans le fil d'un électro-aimant produit de la chaleur; la chaleur se développe à l'interruption du circuit : elle est due à la disparition du magnétisme temporaire de l'électro-aimant. M. Cazin a annoncé dernièrement (1), à la suite d'expériences nouvelles, que la cha-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1265.

leur ainsi produite est *proportionnelle au carré de l'intensité du magnétisme et à la distance polaire*. J'ai cherché à rendre compte de cette loi simple par des considérations théoriques.

» M. Clausius a démontré (1) le théorème suivant, relatif au mouvement stationnaire d'un système de points, c'est-à-dire à un mouvement dans lequel la position et la vitesse de chaque point ne changent pas toujours dans un même sens, mais restent comprises entre de certaines limites : *La force vive moyenne du système est égale à son viriel*. Le viriel, qui joue dans les questions de Mécanique un rôle analogue à celui du potentiel, est, comme on le sait, la demi-somme des produits que l'on forme en multipliant la distance de deux points quelconques du système par la force qui agit entre ces deux points.

» Ce théorème conduit à des conséquences particulières dans le cas de l'aimantation. Considérons un barreau de fer doux de forme allongée et supposons qu'on développe l'aimantation en plaçant ce barreau au centre d'une bobine dont le fil soit traversé par un courant.

» On peut regarder cet aimant comme étant formé par une infinité d'éléments magnétiques d'épaisseur infiniment petite et constante ; la quantité de magnétisme Y développée dans chacun de ces éléments varie avec la distance x de l'élément à l'une des extrémités du barreau et peut se représenter par $Y = \varphi(x)$.

» La quantité de magnétisme libre qui existe sur l'élément dx du barreau est la différence des valeurs de Y aux points qui ont pour abscisses x et $x + dx$, de sorte que la quantité de magnétisme libre au point situé à la distance x de l'extrémité du barreau est $y = \frac{dY}{dx} = \varphi'(x)$; la quantité de magnétisme libre en un point est ainsi proportionnelle à la quantité de magnétisme du barreau.

» Supposons le barreau composé de deux parties symétriques et considérons l'une d'elles en particulier. Le magnétisme libre diminue à partir de l'extrémité du barreau jusqu'à une certaine distance λ, où il devient sensiblement nul ; au delà, la fonction φ conserve une valeur sensiblement constante $\varphi(\lambda)$.

» Le pôle de cette partie du barreau est le centre d'un système de forces parallèles proportionnelles aux quantités de magnétisme libre ; la distance X du pôle à l'extrémité du barreau est déterminée par le théorème

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1314.

des moments

$$X\int_0^\lambda y\,dx = \int_0^\lambda xy\,dx.$$

» Si l'on suppose le barreau assez long pour que le magnétisme développé à l'extrémité soit négligeable, on trouve aisément

$$X\varphi(\lambda) = \lambda\varphi(\lambda) - \int_0^\lambda \varphi(x)\,dx.$$

» L'aimantation a fait naître des forces attractives entre les divers éléments magnétiques ou, si l'on veut, d'après la théorie d'Ampère, entre les courants parallèles qui circulent dans le solénoïde formé par l'aimant. L'élément dont l'abscisse est x est sollicité par des forces exercées par les éléments voisins, proportionnelles aux quantités de magnétisme des éléments réagissants et dont l'intensité décroît rapidement à mesure que la distance augmente.

» L'accroissement du viriel relatif au point considéré qui résulte de l'aimantation peut être représenté par $\mu\varphi(x)$, en désignant par μ une fonction de la distance qui est en même temps proportionnelle à la quantité de magnétisme développé dans le barreau et, par suite, à la quantité de magnétisme libre. D'ailleurs $\varphi(x)$ est une fonction proportionnelle à la quantité de magnétisme libre du barreau et, par suite, chaque terme $\mu\varphi(x)$ du viriel est proportionnel au carré de la quantité de magnétisme libre du barreau.

» En désignant par l la demi-longueur du barreau, l'accroissement du viriel qui résulte de l'aimantation est, pour la moitié du barreau,

$$\int_0^l \mu\varphi(x)\,dx = \int_0^\lambda \mu\varphi(x)\,dx + \int_\lambda^l \mu\varphi(x)\,dx.$$

» Si l'on remarque que $\varphi(x)$ conserve la valeur constante $\varphi(\lambda)$ dans l'intervalle de l à λ, et si l'on tient compte, en outre, de l'équation qui détermine la position du pôle, on trouve finalement

$$\int_0^l \mu\varphi(x)\,dx = \mu\varphi(\lambda)\,(l - X).$$

» L'accroissement de force vive qu'éprouve le barreau par l'effet de l'aimantation est donc proportionnel au carré de l'intensité du magnétisme et à la distance polaire. L'effet de la désaimantation correspond à une perte égale de force vive, qui est la mesure de l'effet thermique produit, si cet effet est le seul qui accompagne la désaimantation. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants accidentels qui naissent au sein d'une ligne télégraphique dont un bout reste isolé dans l'air* (suite et fin). Note de **M. Th. du Moncel.**

« Des différentes expériences rapportées dans ma dernière Note, il résulte que la chaleur, outre l'accroissement de polarité qu'elle donne à la lame négative, *amoindrit les effets de la polarisation*, et agit conséquemment d'autant plus efficacement que ces effets sont plus prononcés. C'est pour cette raison que l'accroissement d'intensité du courant est plus grande avec la pile de zinc, cuivre et eau acidulée, qu'avec la pile de Daniell, et cet accroissement est dans le rapport de 4° 31′ à 1° 23′. Dans le cas des courants différentiels provoqués par des lames de même métal immergées dans un milieu humide, où l'action de l'oxydation est sans cesse combattue par l'action de la polarisation, la chaleur doit avoir pour résultat, en conséquence même de ce principe, de permettre à l'oxydation de se développer plus facilement sur la lame chauffée que sur l'autre lame, et dès lors le courant primitif qui s'était développé sous l'influence de l'accroissement de la polarité électronégative de la lame chauffée doit finir par être contrebalancé par celui qui tend à naître sous l'influence de l'oxydation de cette lame. Il doit même arriver, dans certaines circonstances, quand l'action qui détermine l'accroissement de la polarité électronégative de la lame chauffée est moins énergique que l'oxydation, que le courant, après avoir successivement augmenté d'intensité dans les premiers moments de l'échauffement, suive une marche rétrograde et finisse par se renverser, pour fournir de l'autre côté du galvanomètre une déviation croissante qui ne s'arrête que quand la cause dépolarisante, c'est-à-dire la chaleur, n'existe plus. Alors, la polarisation se reproduisant de nouveau sur la lame qui avait été chauffée, les effets primitifs tendent à reparaître, et, s'ils ne sont pas assez énergiques pour renverser de nouveau le sens du courant, ce qui arrive quelquefois, ils font rétrograder l'aiguille du galvanomètre. Ce sont précisément ces effets que j'ai constatés dans mon avant-dernier Mémoire, effets qui sont surtout remarquables avec les lames de zinc, même quand celles-ci ne sont influencées que par la chaleur solaire. On a vu, en effet, qu'une plaque de zinc appuyée sur un pavé relativement sec, et qui avait fourni à l'ombre une déviation positive de 25 degrés, n'en accusait plus qu'une de 20 degrés sous l'influence du Soleil, et après avoir atteint dans les premiers moments 27 degrés. On a vu également que, l'ombre étant de nouveau projetée sur cette plaque, la déviation était revenue à 25 degrés.

» Il y aurait bien aussi à expliquer les effets complexes produits par l'agitation, l'essuyage et le décapage des lames, mais cette question exige encore de nombreuses expériences pour être résolue; je rappellerai seulement que, avec des limailles métalliques humectées, l'agitation fait naître avec des électrodes de cuivre un courant relativement énergique, pour lequel la lame agitée joue le rôle de pôle positif. On a vu que, dans ces conditions, la chaleur et le décapage ne semblent exercer aucune action. D'un autre côté, l'agitation tend à constituer électronégativement les lames très-attaquables, et électropositivement les lames peu attaquables, sauf l'or et l'argent, qui deviennent électronégatifs. Si cette action mécanique ne tendait qu'à dépolariser les lames, celles-ci devraient toujours être électropositives et ne donner lieu à aucun courant dans le cas des limailles humectées. Il faut donc qu'une autre cause soit en jeu, et je ne serais pas étonné que cette cause fût le frottement. Le décapage fournit des anomalies non moins particulières. Ainsi il tend à donner aux lames très-oxydables une polarité électronégative, et aux lames peu oxydables une polarité électropositive. Pourquoi cette différence d'action?... Serait-ce une qualité particulière des oxydes formés à la surface des lames qui les protégerait plus ou moins contre une oxydation ultérieure?... C'est ce que je me propose d'étudier plus tard. Je ne me suis occupé pour le moment que des effets de la chaleur, d'abord parce qu'ils sont les plus importants; en second lieu, parce qu'ils expliquent les courants accidentels constants produits sur les lignes télégraphiques orientées du nord au sud, ou qui passent à travers les montagnes. M. Matteucci les a attribuées à l'électricité atmosphérique; mais nous avons vu que, par un temps serein, les courants ainsi déterminés sont à peine appréciables. Il est bien plus simple de les attribuer à des différences de température aux deux extrémités de la ligne, d'autant plus que le sens de ces courants, qui vont de bas en haut, du midi au nord, sont dans le sens qu'ils devraient avoir pour correspondre à l'explication que j'en donne, puisque c'est la lame la plus chaude ou la portion du fil la plus échauffée qui est positive.

» Mes expériences rendent également compte de la décroissance d'intensité, à partir de la plaque enterrée, que M. Magrini a signalée sur les circuits télégraphiques dont un bout est isolé; car, sur une ligne télégraphique soumise à des dérivations régulièrement espacées, le couple formé par le fil de ligne et la plaque enterrée constitue, à chaque poteau, un circuit dérivé, et naturellement la partie de la ligne la plus rapprochée de la plaque enterrée, partie à travers laquelle tous les courants dérivés se superposent,

doit fournir une intensité électrique plus grande que la partie opposée, qui n'est sillonnée que par un seul courant dérivé. »

PHYSIQUE. — *Sur l'électromagnétisme.* Note de M. TRÈVES, présentée par M. Edm. Becquerel.

« On sait que des aiguilles d'acier peuvent être aimantées par les décharges d'une bouteille de Leyde, passant à travers le fil qui les enveloppe; par suite, l'électricité statique a, dans ce cas, les mêmes propriétés que les courants dynamiques. Cette propriété est applicable à la bobine d'induction de Ruhmkorff, lorsqu'on en fait passer les courants dans un *solénoïde en verre* contenant un gaz raréfié.

» J'ai introduit, entre les spires de ce solénoïde, des barreaux d'acier qu'une seule décharge a suffi pour transformer en aimants. C'était un fait prévu. Cette expérience ne consacre pas un fait nouveau, mais elle est peut-être de nature à faire saisir le phénomène au moyen duquel Ampère a complété sa théorie sur le magnétisme terrestre. Que l'on gonfle, en effet, ce solénoïde en verre, au point d'en envelopper la Terre, et que l'on y fasse passer les courants d'une machine d'induction, on aimantera tout ce qui s'y trouve de magnétique, et l'on déviera toutes les aiguilles dans des proportions variables avec l'intensité du courant.

» Je crois qu'il y a là une image assez fidèle des courants gazeux électrisés, circulant sans cesse, d'après Ampère, autour de notre globe, de l'est à l'ouest, et formant comme une immense bobine qui agit sur les courants horizontaux et verticaux mobiles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide dibenzyldicarbonique.* Note de M. A.-P.-N. FRANCHIMONT, présentée par M. Wurtz.

« Les progrès qu'on a faits, pendant les dernières années, dans la connaissance des corps aromatiques ont fait envisager beaucoup de ces corps comme des substances appartenant à d'autres séries, dans lesquelles une partie de l'hydrogène a été remplacée par le radical phényle C^6H^5 monoatomique. Ainsi l'on connaît des acides aromatiques qui peuvent être envisagés comme des dérivés des acides acétique, lactique, acrylique, etc.; mais jusqu'ici on ne connaissait *aucun* acide dérivé de la série de laquelle l'acide oxalique forme le premier terme.

» C'est sur le conseil de M. Kekulé que j'ai essayé, depuis quelque temps, dans le laboratoire chimique de Bonn, de préparer un acide ayant

la constitution suivante : $C^6H^5-CH(CO^2H)^2$, auquel on pourrait donner le nom d'*acide phénylmalonique*.

» D'abord j'ai pris pour point de départ de mes recherches l'*essence d'amandes amères* C^6H^5-COH. En la traitant avec du perchlorure de phosphore, j'ai obtenu le corps $C^6H^5.CCl^2H$, connu sous le nom de *chlorobenzol*. J'espérais, en traitant le chlorobenzol avec du cyanure de potassium, pouvoir remplacer le chlore par du cyanogène et obtenir le dicyanure $C^6H^5.CH(CAz)^2$, qui, sous l'influence d'une solution alcoolique de potasse ou de l'acide chlorhydrique, devait donner naissance à l'acide cherché. En variant les conditions de la réaction, j'ai toujours une substance brune, présentant les caractères d'un cyanure, mais qui n'a fourni que de l'acide benzoïque par la potasse ou l'acide chlorhydrique.

» Ces expériences ayant donné des résultats négatifs, j'ai eu recours à une autre méthode analogue à celle que MM. Kolbe et Müller ont employée pour réaliser la synthèse de l'acide malonique. On sait que ces chimistes ont obtenu de l'acide malonique en décomposant par la potasse l'éther cyanacétique préparé par l'action du cyanure de potassium sur l'éther monochloracétique. Le point de départ de mes nouvelles expériences est donc l'acide phénylacétique (α-toluique) $C^6H^5-CH^2-CO^2H$. En faisant réagir sur cet acide le brome à une température élevée, condition qu'il faut réaliser pour que le brome se substitue une partie de l'hydrogène de la chaîne latérale, j'obtins en beaux cristaux l'acide phénylacétique monobromé décrit par M. Radzizewski. J'en fis l'éther, ce qui réussit très-facilement, aussi bien par l'alcool et l'acide sulfurique très-concentré que par le gaz chlorhydrique. Cet éther est un liquide incolore plus dense que l'eau, doué d'une odeur d'abord agréable, puis piquante et attaquant fortement les yeux. Sa solution alcoolique fut chauffée pendant quelques jours en vases clos au bain-marie, avec un excès de cyanure de potassium pur. Il se séparait du bromure de potassium, qui fut éloigné par filtration du liquide et lavé avec de l'alcool. Cette solution alcoolique presque incolore, qui devait contenir l'éther de l'acide phénylcyanacétique, fut directement chauffée avec de la potasse.

» Pendant cette opération, il y eut un dégagement d'ammoniaque, qui dura toute une semaine, ce que j'attribuai à l'excès de cyanure de potassium dissous dans l'alcool. Le liquide s'est coloré de plus en plus. Après avoir chassé par évaporation au bain-marie l'alcool, je repris le résidu avec de l'eau et j'ajoutai de l'acide chlorhydrique; il s'est dégagé avec effervescence un gaz ou un mélange de gaz ayant l'odeur de l'acide cyanhy-

drique, et il s'est séparé un précipité légèrement coloré; ce dernier a pu être purifié par cristallisation dans l'eau, mais il contenait toujours de la potasse. Je le délayai donc dans de l'acide chlorhydrique étendu, que je fis bouillir pendant quelques heures; il est beaucoup plus soluble dans ce liquide que dans l'eau pure. Filtrée à chaud, la solution ne déposa, en se refroidissant, qu'une petite quantité d'acide amorphe; après une nouvelle filtration, j'abandonnai la solution à elle-même pendant quelques semaines. Après ce temps il s'était formé de beaux prismes, très-durs, réunis en groupes. D'un autre côté, j'avais lavé et séché la partie qui n'était pas dissoute dans l'acide chlorhydrique, et j'en fis l'analyse : celle-ci n'a pas donné les chiffres désirés. Voulant purifier le produit, je l'ai dissous dans du carbonate d'ammonium, et par double décomposition j'ai préparé les sels de baryum et d'argent, qui sont peu solubles dans l'eau, mais qui peuvent être cristallisés dans l'eau bouillante aiguisée d'un acide. Les analyses de ces sels n'ont pas donné les chiffres qu'exigent les phénylmalonates, mais l'acide séparé de nouveau de ces sels a donné les mêmes chiffres qu'auparavant; il n'aurait donc pas changé par ces manipulations; aussi le point de fusion était resté le même. J'avais donc dans la main un corps chimique bien défini, mais différent de celui que je voulais préparer. Les résultats des analyses, tant de l'acide que des sels, conduisaient à la formule empirique $C^8H^7O^2$. Quelle pouvait être sa constitution? L'hypothèse la plus vraisemblable consiste à admettre que, de l'acide phénylbromacétique en perdant le brome, et ayant ainsi une affinité libre, deux molécules s'étaient soudées ensemble pour former un corps complexe de la constitution suivante :

$$\begin{array}{c} C^6H^5-CH-CO^2H \\ | \\ C^6H^5-CH-CO^2H. \end{array}$$

» C'est ce qu'ont prouvé les analyses des sels d'argent et de baryum, et l'existence d'un éther acide, que je décris plus loin.

» Le point de fusion de cet acide est situé à 182 degrés C.; un peu plus au delà, il se solidifie et fond de nouveau à 222 degrés C. Il forme alors par le refroidissement une masse amorphe. Le point de fusion de l'acide cristallisé dans de la benzine est situé à 169°-170° (il se solidifie à l'état cristallin); chauffé plus loin, il se solidifie, refond à 222 degrés, et reste alors amorphe. Les cristaux qui se sont déposés de la benzine perdent leur transparence lorsqu'on les laisse à l'air ou qu'on les chauffe. Leur point de fusion s'élève alors à 222 degrés. Il semble donc qu'il cristallise

en combinaison avec la benzine aussi bien qu'avec l'eau. Il est facilement soluble dans l'alcool, moins soluble dans la benzine. Le sel de calcium, quoique très-peu soluble dans l'eau, peut en être recristallisé.

» Pour être plus sûr que l'acide en question est un acide bibasique, j'ai voulu préparer les éthers. J'ai donc pris une solution alcoolique, dans laquelle j'ai dirigé du gaz chlorhydrique, et j'ai obtenu ainsi un corps facilement soluble dans l'éther, cristallisant en aiguilles très-fines.

» Ce corps a donné à l'analyse des chiffres correspondant à l'éther acide.

» Le point de fusion de cet éther est à 140 degrés C.

» Je n'ai pas tâché de préparer encore l'éther neutre, car l'existence de l'éther acide prouve assez la bibasicité de l'acide.

» Pour prouver que la constitution de l'acide est bien celle que je lui ai attribuée, il me fallait encore le transformer dans le carbure duquel il est dérivé. Ce carbure devait être le dibenzyle. J'ai donc soumis à une distillation sèche une petite quantité de sel de calcium mélangé avec de la chaux. Le produit de la distillation était cristallin et jaune; en le pressant entre des feuilles de papier, la couleur jaune est devenue moindre; cependant le point de fusion de la masse était beaucoup plus élevé que celui du dibenzyle. En le dissolvant dans de l'alcool, il se séparait en deux parties, dont l'une, qui était la plus soluble, avait un point de fusion beaucoup plus bas que l'autre, et, après beaucoup de recristallisations, je suis parvenu à en extraire une petite quantité ayant pour point de fusion 51 degrés C., et une autre qui fond à 118 degrés C. La première est donc le dibenzyle et la seconde le stilbène, qui, comme on sait, se forme par l'action de la chaleur sur le dibenzyle. En outre, je me suis convaincu que le premier ne se combinait pas à la binitro-anthrachinone (réactif de Fritsche), tandis que le second formait avec ledit réactif une combinaison rouge très-caractéristique, se présentant sous le microscope comme des losanges. Il ne reste donc plus de doute, ce me semble, sur la constitution de l'acide. On pourrait l'appeler acide *diphényléthylèndicarbonique*, ou, ce qui, selon mon opinion, serait le meilleur, *diphénylsuccinique*; cependant, puisque M. Wurtz a découvert, il y a quelque temps, un acide qui est en rapport étroit avec l'acide ici décrit et qu'il a nommé *dibenzylcarboxylique*, il est préférable de lui donner le nom d'*acide dibenzyldicarbonique*. Les rapports entre les deux acides sont représentés par les formules suivantes :

$$\begin{array}{ll} C^6H^5\text{-}CH\text{-}CO^2H, & C^6H^5\text{-}CH\text{-}CO^2H, \\ \quad\quad\;\; | & \quad\quad\;\; | \\ C^6H^5\text{-}CH^2, & C^6H^5\text{-}CH\text{-}CO^2H. \end{array}$$

» J'ajoute, en terminant, qu'en faisant réagir une solution alcoolique de monosulfure de potassium sur l'éther de l'acide phénylbromacétique, réaction qui se fait à froid et tout d'un coup, tandis que le mélange s'échauffe de lui-même, en séparant du bromure de potassium, il ne se forme pas d'acide dibenzyldicarbonique, mais un composé contenant du soufre, qui cristallise très-bien. Il me semble que cette réaction est analogue à celle que Victor Meyer a décrite en 1869. On sait que ce chimiste a obtenu l'acide dicarbothionique en faisant réagir l'éther chloroxycarbonique sur du monosulfure de sodium. Dans le cas présent, il doit se former un produit de la constitution suivante :

$$\begin{matrix} C^6H^5 - CH - CO^2H \\ \quad\quad > S \\ C^6H^5 - CH - CO^2H \end{matrix}$$

» Je reviendrai sur l'étude de ce corps. »

CHIMIE. — *Sur le dédoublement de l'hydrate de chloral, sous l'influence combinée de la glycérine et de la chaleur;* Note de M. H. Byasson, présentée par M. Ch. Robin.

« Par une suite de travaux sur l'hydrate de chloral, dont les principaux résultats ont été insérés dans les *Comptes rendus* de l'Académie (t. LXXII, p. 742; t. LXXIV, p. 1202 et 1290), nous avons été conduit à formuler certaines conclusions nouvelles, et nous rappellerons les principales d'entre elles pour en montrer l'enchaînement.

» Au point de vue physiologique, l'action de l'hydrate de chloral ne peut pas être assimilée à celle du chloroforme introduit lentement dans l'économie, et nous avons confirmé la production et l'exhalation de ce dernier corps par la voie pulmonaire, chez les animaux plongés dans le sommeil chloralique. S'il est vrai que l'acide formique et les formiates alcalins n'ont pas d'action marquée sur l'économie, l'éther formique (formiate d'éthyle) produit un certain degré d'anesthésie, et de l'acide formique apparaît dans les urines à l'état de formiate alcalin. De ces deux faits, il ressort clairement que l'hydrate de chloral agit à la fois par le chloroforme et l'acide formique produits sous l'influence de l'alcalinité du sang.

» Au point de vue chimique, nous avons montré que l'hydrogène sulfuré peut se combiner comme l'eau au chloral anhydre et former un sulfhydrate comparable à l'hydrate et jouissant comme lui de propriétés soporifiques.

Dans le dédoublement de l'acide oxalique par la glycérine, nous avons, en remplaçant l'eau par l'alcool ordinaire, éthérifié directement l'acide formique, et fait ainsi connaître un nouveau mode de préparation de l'éther formique.

» Nous nous sommes demandé si l'hydrate de chloral, qui renferme les éléments du chloroforme et de l'acide formique

$$(C^4HCl^3O^2, H^2O^2 = C^2HCl^3 + C^2H^2O^4),$$

ne pourrait pas être dédoublé sans l'intervention des alcalis hydratés en ces deux corps. L'expérience suivante, exécutée plusieurs fois, a toujours été positive et les résultats concordants. Si l'on dissout de l'hydrate de chloral dans cinq fois son poids de glycérine sirupeuse, et si l'on chauffe le mélange dans une cornue munie de son récipient, on observe les phénomènes suivants : vers 110 degrés, une réaction régulière s'établit et se continue jusque vers 230 degrés; à cette température, la glycérine se colore fortement, s'épaissit, et il convient d'arrêter l'opération pour n'en pas compliquer les résultats. Le produit condensé dans le récipient est liquide, séparé en deux couches : la couche inférieure est du chloroforme; la couche supérieure renferme de l'acide formique, de l'acide chlorhydrique, du formiate d'allyle et de l'hydrate de chloral dissous dans l'eau. La proportion de chloroforme produite, comme moyenne de trois opérations, a été de 31 grammes pour 100 d'hydrate de chloral. La formation du formiate d'allyle, étudiée par M. Tollens dans le dédoublement de l'acide oxalique par la glycérine (*Bulletin de la Société chimique*, année 1868, p. 83), est secondaire, ainsi que celle de l'acide chlorhydrique. Ces deux corps sont relativement en petite quantité et proviennent, le premier, de la décomposition de la glycérine sous l'influence de la chaleur et de l'acide formique à l'état naissant; le second, de la décomposition du chloroforme. Le formiate d'allyle, dont nous avons par ce moyen préparé 35 centimètres cubes, a été caractérisé par son point d'ébullition, trouvé compris entre 83 et 85 degrés, sa densité trouvée égale à 0,934. Il est important, pour obtenir les résultats cités, que la glycérine soit sirupeuse; si l'on vient à chauffer en ajoutant de l'eau, la plus grande partie de l'hydrate de chloral passe à la distillation sans être décomposée.

» Nous étudierons, pour tirer certaines conclusions sur la constitution comparée du chloral anhydre et de l'hydrate de chloral, l'action produite dans les mêmes conditions sur l'alcoolate de chloral et sur le sulfhydrate.

Il sera possible, dans beaucoup de cas, d'appliquer ce procédé de dédoublement, découvert par M. Berthelot pour l'acide oxalique, à un grand nombre de substances organiques. L'acide trichloracétique se dédouble également en chloroforme et acide carbonique, comme le fait prévoir la théorie; mais nous n'avons pas suffisamment étudié expérimentalement cette action pour en faire connaître les détails. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur les acides parathionique et thioamylique (isomère de l'acide sulfamylique) qui se rencontrent dans les eaux mères de la coralline;* par M. A. COMMAILLE.

« M. Alfraise, dans un travail récent, a démontré qu'en opérant avec un mélange convenable de phénol et d'acides oxalique et sulfurique, on trouve dans les eaux mères d'où l'on a précipité la coralline de l'acide parathionique (isomère de l'acide sulfovinique). Indépendamment de cet acide, j'ai trouvé dans les mêmes eaux mères un autre acide, isomère de l'acide sulfamylique et que je désignerai sous le nom de *thioamylique*.

» Pour obtenir les acides parathionique et thioamylique, les eaux mères de la coralline sont concentrées et chauffées à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'elles ne donnent plus de matière colorante par l'eau froide. On ajoute alors de la poudre de litharge et l'on fait bouillir. Le liquide chaud est filtré en recevant ce qui passe dans de l'eau froide. Il se précipite de suite une très-belle matière floconneuse, rouge, contenant beaucoup de plomb, et que je me réserve d'étudier prochainement. Le liquide, filtré de nouveau et concentré, donne d'abord des cristaux de parathionate de plomb, puis des cristaux de thioamylate, sel beaucoup plus soluble que le parathionate.

» I. PARATHIONATE DE PLOMB. — Le parathionate de plomb, purifié, est en tables losangiques qui se décomposent, par un lavage prolongé à l'eau froide ou chaude, en un sel plus soluble et en un sous-sel insoluble, blanc nacré. L'analyse du parathionate primitif, contenant encore un peu de matière colorante, a donné

$$S = 8,53; \quad PbO = 54,57 \text{ et } 54,37; \quad HO = 6,71.$$

La formule $2(C^4H^5O^7S^2)3PbO + 4Aq$ exige

$$S = 10,58; \quad PbO = 55,33; \quad HO = 5,95.$$

» Le sel soluble qu'on obtient en traitant ce sesquisel par l'eau froide cristallise en prismes allongés, se groupant en étoiles, ou, par une évapora-

tion très-lente, en gros cristaux, épais, durs; prismes obliques à bases rhomboïdales. L'analyse de ces cristaux a donné

$$S = 12,25 \text{ et } 11,27; \quad PbO = 45,84 \text{ et } 46,37; \quad HO = 4,37 \text{ et } 4,07.$$

La formule $C^4H^5O^7S^2$, PbO, HO demande

$$S = 13,47; \quad PbO = 46,94; \quad HO = 3,78.$$

» Quant au sous-sel insoluble, il contient 5,70 pour 100 de soufre et 73,38 d'oxyde de plomb, ce qui correspond à un parathionate à 4 équivalents de base.

» J'ai obtenu deux sels de soude : l'un sesquibasique, l'autre monobasique, où l'analyse révèle 21,36 de soude, la formule $C^4H^5O^7S^2$, NaO exigeant NaO = 20,92.

» L'acide parathionique, provenant de la décomposition du sel de plomb, est un liquide sirupeux, ne précipitant ni par l'eau de baryte, ni par l'acétate de plomb.

» II. ACIDE THIOAMILIQUE ET SES SELS. — *Thioamylate de plomb.* — Ce sel cristallise en longues aiguilles soyeuses, très-solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool absolu et insolubles dans l'éther pur. Son goût est sucré et amer. L'analyse de cristaux encore souillés de matière colorante et provenant de diverses préparations a donné

$$S = 10,21; \quad 11,05; \quad 11,85; \quad PbO = 40,92; \quad HO = 2,45.$$

La formule $C^{10}H^{11}O^7S^2$, PbO, HO exige

$$S = 11,44; \quad PbO = 39,92; \quad HO = 3,25.$$

» *Thioamylate de baryte.* — En petites masses, formées de très-petites aiguilles, ou en prismes à bases obliques, carrées ou rectangulaires. L'analyse a donné

$$HO = 1,48; \quad BaO = 31,46.$$

La formule $C^{10}H^{11}O^7S^2$, BaO, $\frac{1}{2}$HO exige

$$HO = 1,78; \quad BaO = 30,39.$$

» *Thioamylate de potasse.* — Sel blanc, amer, anhydre, soluble dans l'eau, l'alcool anhydre, insoluble dans l'éther pur, en prismes obliques, terminés par des pointements, laissant du sulfate de potasse après calcination. Le dosage de la potasse a donné 22,93 pour 100 ; la formule exige 22,90.

» *Thioamylate d'ammoniaque.* — Prismes obliques à bases rectangulaires, anhydres, neutres, amers, très-solubles dans l'eau, sans être déliquescents, contenant 16,72 pour 100 de soufre. La formule $C^{10}H^{11}O^7S^2, AzH^4O$ exige

$$S = 17,32.$$

» *Thioamylate de zinc.* — On l'obtient en attaquant le zinc métallique par l'acide libre. Saveur très-atramentaire, métallique, légèrement amère, très-soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool anhydre; cristallise en prismes obliques.

» *Acide thioamylique.* — Pour obtenir cet acide, j'ai décomposé le sel de plomb par de l'acide sulfurique étendu, j'ai ajouté de l'alcool à 90 degrés, et le liquide filtré, concentré et abandonné sur l'acide sulfurique, a donné de longues aiguilles, grêles, feutrées; longs prismes, coupés carrément. Ces aiguilles tombent rapidement en déliquescence. Cet acide chauffé ne fond ni ne se sublime. Il dégage de l'eau avant de se décomposer. Il se dissout dans l'eau en toutes proportions, aisément dans l'alcool absolu, et très-peu dans l'éther pur. Maintenu pendant quelque temps à l'ébullition, il se décompose légèrement, et précipite alors par le chlorure de baryum. Fondu avec de la potasse caustique, il ne donne pas trace d'acide oxalique.

» L'acide thioamylique est très-avide d'eau et très-soluble dans l'alcool anhydre, comme l'acide sulfamylique. Ces acides cristallisent en fines aiguilles déliquescentes, l'acide thioamylique bien plus facilement que l'acide sulfamylique. Ils sont amers, ainsi que leurs sels, qui cristallisent bien, avec une apparence nacrée. Ces sels sont tous solubles dans l'eau et l'alcool, et quelques-uns dans l'éther. Les sels d'ammoniaque sont anhydres. Les deux acides sont monobasiques. L'acide thioamylique est beaucoup plus stable que son isomère. Les thioamylates ne se décomposent pas à l'air avec dégagement d'hydrate d'amyle, comme le font les sulfamylates. Le thioamylate de plomb en dissolution ne se décompose ni à froid ni à chaud. Les thioamylates paraissent se rassembler plus aisément que les sulfamylates en cristaux d'un certain volume. »

ZOOLOGIE. — *Sur une espèce nouvelle de Chondrostome, déterminée dans les eaux du Rouergue* (Chondrostoma Peresi *La Bl.*). Note de **M. H. de La Blanchère**, présentée par M. de Quatrefages.

» J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur deux espèces de poissons que je crois indéterminées jusqu'ici, et qu'un séjour de près de

deux ans dans les montagnes du Rouergue m'a mis à même d'observer et de classer avec exactitude. Les eaux de ces pays sont très-peu observées et leurs habitants mal connus jusqu'ici. Voici comment j'ai eu l'occasion de reconnaître la première de ces nouvelles espèces.

» Pendant l'hiver de 1870-1871, j'appris que des poissons de taille moyenne, ou plutôt petite, se réunissaient à époques variables, automne ou hiver, dans les eaux d'Entraygues (arrondissement d'Espalion), pour remonter du Lot dans la Trueyre, rivière qui descend des montagnes pour se réunir à lui en cet endroit. Ces poissons se suivaient par immenses troupes, comme le font les espèces en frai pour remonter. Un aquiculteur distingué, M. le vicomte de Beaumont, me transmettait en même temps les traditions du pays. Les poissons des premières troupes remontantes sont appelés *siéges*, et ceux qui les suivent, plus petits, *coulauds*. Les premiers, disent les gens du pays, sont les femelles, les seconds les mâles. Il n'est pas besoin de dire qu'il s'agit de deux espèces; mais il est vrai d'ailleurs que, dans chaque espèce, j'ai observé que les femelles sont du double au moins plus nombreuses que les mâles, et j'ai toujours pris les deux sexes mélangés.

» J'aurais pu croire, vu la saison, que les pêcheurs désignaient quelque Salmonidé. Mais j'en étais empêché par les dénominations de Vaudoise, Dard, Poisson Blanc qui ont cours dans le pays.

» Grâce à l'obligeance des employés des Ponts et Chaussées, et en particulier de M. Poulon, ingénieur à Rodez, je fus, le 20 décembre 1870, mis en possession de neuf individus remontants, pris au confluent du Lot et de la Trueyre, sept femelles et deux mâles. Je reçus ces poissons dans un vase rempli d'autant de glace que d'eau, la température moyenne étant fort rigoureuse, celle de l'air à — 8 degrés, celle de l'eau à zéro ou aux environs, en raison des filets de glace qui bordaient la rivière. Toutes les femelles étaient en frai, les œufs gros comme des grains de millet. Les mâles semblaient un peu moins avancés, quoique leurs laitances eussent $0^{m},035$ de long sur $0^{m},008$ de large. Je reconnus au premier coup d'œil un Chondrostome avec tous ses caractères; et la présence d'un Cyprinidé en frai, au mois de décembre, alors que tous les autres membres du genre Chondrostome ne s'y trouvent qu'en été, est déjà une anomalie digne d'être signalée.

» Poursuivant alors mes recherches dans toutes les eaux du département, je pêchai, dans l'Aveyron même, un poisson que les habitants appellent aussi *coulaud*, et dans lequel je reconnus positivement le Chondrostome reçu d'Entraygues. Pris à la Mouline, près Rodez, le 20 février 1871, six individus que j'examinai, quatre femelles et deux mâles, ne présentaient

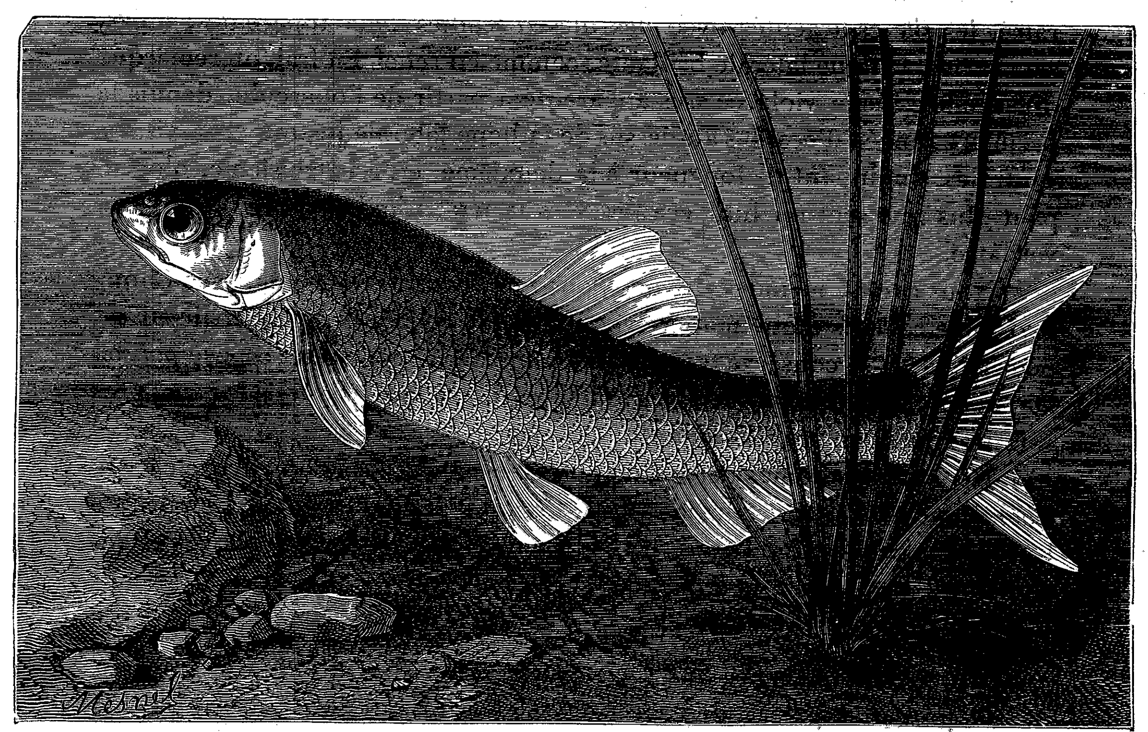
pas de symptômes de frai aussi prochain que les premiers : les œufs étaient à peine développés chez les femelles. Nouvelle pêche au 10 mars, présentant, dans la même rivière, au même endroit, des résultats différents : œufs très-avancés, l'anus déjà gonflé, présage d'une ponte prochaine que nous ne croyons pas plus tardive que fin mars.

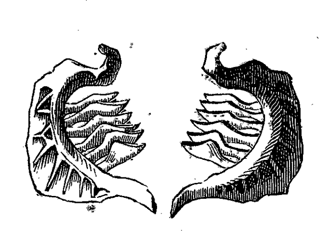
» De ces diverses circonstances, nous croyons pouvoir conclure que, dans les eaux rapides des montagnes, eaux plus chaudes en hiver parce qu'elle gardent à peu près toujours la même température, eaux à truites, notre Chondrostome fraye fin janvier. Dans les eaux plus mortes des rivières, il ne fraye que fin mars, parce que l'eau y devient plus froide. Ces époques sont remarquablement précoces pour des Cyprinidés. Tiennent-elles aux eaux, au climat, à l'espèce ? Ce sont autant de questions qu'il reste à examiner. Les Chondrostomes du Rhône et ceux du Fier, que j'ai dus bien des fois aux soins de M. Gobin, ingénieur des Ponts et Chaussées à Lyon, ne présentaient jamais rien d'analogue, bien que la différence de température ne soit pas très-sensible entre les montagnes du bas Jura, de l'Auvergne, du haut Rouergue. Je noterai encore ce fait caractéristique, que la couleur des œufs est d'un bleu verdâtre, d'autant plus intense que le frai est moins avancé. Un frai moyen pèse de $6^{gr},50$ à $10^{gr},20$, et représente de 6620 à 7050 œufs environ.

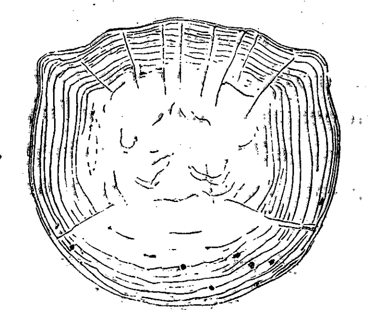
» Voici la formule de cette espèce, comptée sur une cinquantaine d'individus, du poids moyen de $0^{kg},300$: écailles de la *ligne latérale*, 54 à 55 ; trois rangées d'écailles au-dessus ; au sortir de l'eau, la ligne latérale est très-visible et sensiblement saillante, pointillée de noir sur la moitié la plus proche de la tête. $D = 2 + 8.9$: haute, incolore ; en frai, jaunâtre à rayons verdâtres pointillés de noir bien visible à l'œil nu. $P = 1 + 12$: légèrement jaunâtre à la base, pas de pointillé ; en frai, rose jaunâtre. $V = 1 + 8.9$: incolore ; en frai, rose jaunâtre. $A = 2 + 11$: incolore ; en frai, jaunâtre sur la moitié inférieure en long ; pas de pointillé. $C = 20.21$: très-faiblement verdâtre ; en frai, verdâtre pointillé de noir.

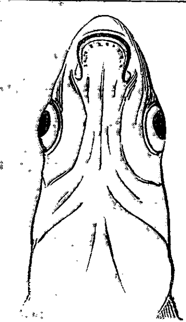
» Outre des différences très-marquées de compte dans les rayons des nageoires avec tous les Chondrostomes classés, le nôtre se distingue par d'autres caractères essentiels d'eux tous, et nommément du Chondrostome de Drême, que M. Blanchard classe comme provenant du Lot. La bouche, chez le nôtre, est tout à fait en fer à cheval, beaucoup plus arquée que celle du Chondrostome bleuâtre et du Chondrostome du Rhône, et plus grande que chez ce dernier ; la lame cartilagineuse est très-peu saillante. L'œil n'est pas placé de la même manière que chez le Chondrostome de Drême :

il se voit en présentant la tête en dessous, droit devant soi, et il est très-rapproché du museau. Les écailles ne sont pas non plus semblables : canalicules peu ou point marqués, bord supérieur à sept festons assez marqués. D'autre part, les six dents pharyngiennes de chaque côté, carac-









téristiques des Chondrostomes, sont beaucoup plus épaisses et *en hache* que celles du Chondrostome de Drême. Enclume oblongue cartilagineuse. Péritoine argenté, noir par places vers le bas, et même noirci partout la plupart du temps : particularité qui, à elle seule, distinguerait le Chon-

drostome de la Vandoise (*Squalius* de Bonap.), dont il porte le nom à Entraygues, et qui a toujours le péritoine argenté, piqueté seulement de petits points noirs sur toute la surface.

» Dans l'eau, notre Chondrostome présente le dos vert jaunâtre pâle, un léger reflet bleu sur les épaules par côté, le dessus de la tête vert noirâtre, les flancs argentés avec des files d'écailles bien apparentes, unies sans stries, la ligne latérale brillante, comme en relief. En frai, on remarque une nuance bleue violacée très-apparente à partir de l'opercule, depuis la première rangée d'écailles au-dessus de la ligne latérale jusque vis-à-vis des ventrales, diminuant de longueur à la deuxième, et, à la troisième, n'occupant plus que sept ou huit écailles vers la tête [illegible]

» Nous avons souvent, en hiver, trouvé [illegible] de ce Chondrostome remplis d'une matière verte [illegible] bouillie. La chair en est [illegible] se conserve très-peu de temps. On appelle cette espèce *poisson du pauvre* dans les parties de la montagne où on la pêche tous les ans, près d'Entraygues, en grandes quantités.

» Nous nous sommes permis de nommer cette espèce non encore classée *Chondrostoma* [illegible], la dédiant à M. l'abbé [illegible], le savant [illegible] de l'Aveyron, grâce auquel nous avons trouvé [illegible] et aide auprès des personnes qui pouvaient aider nos recherches. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'œil du Germon*. Note de M. Em. Moreau, présentée par M. de Lacaze-Duthiers. (Extrait par l'auteur.)

« Il existe dans l'œil de quelques poissons du genre Thon, un muscle excessivement remarquable. Ce muscle n'a été signalé ni dans le Mémoire de Surini (sur quelques particularités de l'œil du Thon), ni dans les divers Traités d'Anatomie ou de Zoologie que j'ai pu consulter; il mérite cependant de fixer l'attention, car il doit jouer un grand rôle dans l'accommodation.

» Ce muscle est placé entre la sclérotique et la chiroïde, dans le plan vertical qui est limité en arrière par le diamètre perpendiculaire, en bas par le diamètre horizontal de l'œil. Il est très-développé; il mesure dans le Germon 22 à 25 millimètres de longueur sur 5 à 6 de largeur; dans le Thon, il est seulement un peu plus étroit (il a de 3 à 4 millimètres de largeur). Il est aplati, arqué, plus large et plus épais dans son milieu qu'à ses extrémités. Il s'insère en dedans vers le pourtour de l'anneau de la scléro-

tique, un peu en dehors du ligament ciliaire, suivant un arc qui fait à peu près le quart de la circonférence décrite par ce ligament, dont il reste toujours complétement séparé; puis il se dirige en haut et en avant pour se porter sur la partie réfléchie de la choroïde, à laquelle il adhère très-fortement. Il est composé de fibres funiformes qui se montrent sous deux aspects différents : les unes sont tout à fait lisses, avec un noyau allongé ou un contenu granuleux ; les autres, et ce sont les plus communes, présentent des stries transversales. Ces stries sont faciles à distinguer, mais elles sont peu nombreuses, très-éloignées les unes des autres. Les fibres musculaires ont, dans le Germon, des longueurs qui varient de 0″,200 à 0″,030; elles mesurent le plus ordinairement 0″,100 de longueur sur 0″,005 de largeur. Dans le Thon, la longueur moyenne est à peu près la même, 0″,106. Un rameau du nerf ophthalmique se rend dans le muscle : c'est le nerf ciliaire antérieur ou ciliaire long; il est très-développé dans le Germon et le Thon ; il pénètre dans le globe de l'œil par un trou arrondi qui se trouve sur la paroi supérieure de l'os sclérotical antérieur.

» Les insertions fixes du muscle sur la sclérotique indiquent son mode d'action : c'est un constructeur de la choroïde.

» Outre ce muscle spécial, l'œil du Germon, du Thon est encore muni du ligament, ou processus falciforme, comme celui des Poissons osseux, mais il est absolument dépourvu de procès ciliaires, malgré l'assertion de quelques auteurs. Peut-on vraiment regarder comme des procès ciliaires ces saillies inégales, ces enfoncements larges et profonds qui ne présentent jamais aucune régularité entre eux ? Évidemment non : il n'y a qu'à comparer un instant l'œil du Milandre, par exemple, avec celui du Thon, pour dissiper toute espèce de doute à cet égard. Quant à nous, jamais nous n'avons vu à la fois dans le même œil le ligament falciforme et les procès ciliaires. La présence des procès ciliaires indique un degré d'organisation plus élevé. Dans l'œil des poissons, on trouve trois types de conformation bien déterminés : 1° type des *Sélaciens :* des procès ciliaires ; ils existent dans l'œil des Sélaciens et des Chimères ; 2° type des *Poissons osseux :* jamais de procès ciliaires, mais un ligament falciforme. A ce type se rapporte l'Esturgeon, bien qu'on ait indiqué dans ce poisson des procès ciliaires qu'il ne m'a jamais été possible de voir. Le ligament falciforme ne manque pas, quoique le contraire ait été avancé, dans l'œil de la Carpe ; j'ai même reconnu sans difficulté, dans la Campanule, des fibres musculaires lisses mesurant 0″,060 de longueur sur 0″,006 de largeur ; 3° type des Marsipo-

branches ou plutôt des Pétromyzones ; ni procès ciliaires ni ligament falciforme dans l'œil des Lamproies. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur la cause immédiate des variations des éléments magnétiques du globe; par le* P. SANNA SOLARO.

« Depuis plusieurs années on fait des efforts pour se rendre compte des variations du magnétisme terrestre à l'aide de courants qu'on dit circuler à la surface du globe. Cette idée est née de ce que l'on a découvert des courants dans les fils télégraphiques pendant les perturbations, et même parfois aux jours où les appareils magnétiques marchent régulièrement. Examinons cette opinion.

» Pour qu'elle fût vraie, chaque perturbation et chaque variation des éléments magnétiques devraient être accompagnées d'un courant proportionnel. Le P. Secchi affirme que lorsque les mouvements des appareils magnétiques se prolongent aux époques des perturbations, et lorsque ces mouvements arrivent sans secousses, le galvanomètre n'accuse pas la présence de courants dans le fil explorateur. Il ajoute que, dans plusieurs de ses expériences, cet instrument a indiqué, au contraire, la présence de courants sans que les barreaux ou les aiguilles magnétiques aient donné le moindre signe de perturbations.

» Les partisans de l'hypothèse des courants conviennent, d'ailleurs, que l'accord entre la marche de ces appareils et du galvanomètre n'est qu'un accord moyen ; mais cet accord, fût-il réel, ne suffit pas pour conclure en faveur des courants ; car, si entre ceux-ci et les variations magnétiques il y avait une véritable dépendance de causalité, l'accord devrait être constant ; ces phénomènes devraient se présenter toujours ensemble. Cependant c'est se faire illusion que de croire à cet accord moyen : il n'existe qu'en négligeant toutes les variations des éléments magnétiques qui laissent le galvanomètre immobile, et en ne tenant pas compte des indications galvanométriques qui arrivent à des moments où les appareils magnétiques ne sont pas affectés. En d'autres termes, l'accord moyen prétendu ne se trouve qu'en écartant, justement, les phénomènes qui sont le plus en opposition avec la théorie.

» Le bifilaire est l'appareil qui, dit-on, est le plus d'accord avec le galvanomètre ; cependant, lorsque cet accord paraît avoir lieu, les indications de ces deux instruments ne sont pas synchrones. Le bifilaire ne s'élève ou ne s'abaisse que quelques minutes seulement après que le galvanomètre a

indiqué un courant positif dans le premier cas, un courant négatif dans l'autre. Qu'on fasse, tant qu'on voudra, la part des résistances, la différence de temps entre les indications galvanométriques et celles du bifilaire ne pourrait être que de quelques secondes. C'est à tort, d'ailleurs, qu'on invoque les résistances, car c'est le galvanomètre qui est affecté le premier : on ne pourrait faire appel aux résistances que si les indications du bifilaire précédaient celles du galvanomètre.

» M. B. Stewat, qui, au moyen d'appareils photographiques enregistreurs, a obtenu à Kiew des courbes continues donnant la marche successive de ces appareils pendant les aurores polaires du 29 août et du 2 septembre 1859, en rendant compte de ses expériences à la Société Royale de Londres, affirme que les courants pourraient tout au plus expliquer les petites et courtes perturbations, mais non les autres. Il ajoute que ces courbes en forme de scie font voir qu'une force tendant à augmenter les éléments magnétiques était généralement suivie d'une autre de nature opposée. La force perturbatrice dans les appareils se traduit par des indications qui ont un autre caractère dans le galvanomètre. Il se prononce, conséquemment, contre l'hypothèse des courants (*Philosoph. Trans.*, 1861).

» M. Lloyd avait déduit de ses formules qu'il ne fallait pas chercher la cause des perturbations à la surface de la terre, mais à une grande profondeur. M. Lloyd aurait dit plus vrai s'il avait affirmé qu'il faut plutôt la chercher à une grande hauteur au-dessus de la surface terrestre. Ce n'est pas que je nie l'existence d'une cause aussi sur le sol, mais je suis profondément convaincu qu'il faut la chercher dans le sol tout à la fois et dans l'air.

» On admet généralement aujourd'hui que l'intensité magnétique diminue à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère; mais cette opinion ne repose que sur des expériences faites par de Saussure sur le Col-du-Géant. Or ce savant a été conduit par ses expériences à soutenir que, entre un aimant et un corps magnétique, les attractions n'étaient proportionnelles à aucune fonction des distances. Il avoue s'être trompé, seulement lorsque Coulomb prouva le contraire (DE SAUSSURE, *Voyages*, t. IV). La méthode que de Saussure a employée pour déterminer l'intensité magnétique de la terre est la même. Quel prix attacher à ses résultats? Biot a prouvé qu'ils sont sans valeur.

» Les expériences faites par Biot et Gay-Lussac dans leur mémorable voyage aérien du 24 août 1804 ont donné un résultat contraire à celui de de Saussure : il suffit de lire le récit de Biot pour se convaincre du soin que les deux illustres savants français ont mis pour éviter toute chance d'erreur.

Eh bien, il affirme que, jusqu'à la hauteur de 4000 mètres environ, limite à laquelle se sont arrêtées leurs recherches, l'intensité magnétique ne paraît nullement diminuer. Les expériences faites à différentes hauteurs ont été au nombre de dix : l'aiguille a constamment fait cinq oscillations en 35 secondes ; une fois seulement elle employa 34 secondes pour le même nombre d'oscillations, tandis qu'à terre l'aiguille mettait 35 secondes et un quart. D'après cela, l'intensité magnétique, au lieu de diminuer dans l'atmosphère, paraîtrait plutôt tendre à augmenter.

» Quoi qu'il en soit, on ne pourrait méconnaître le rôle de l'atmosphère dans les phénomènes du magnétisme, et ce rôle ne pourrait raisonnablement être attribué à une influence de la terre ou du grand courant terrestre, qui, d'après la théorie d'Ampère, circule de l'est à l'ouest à la surface du globe, par la raison que l'intensité de ce courant, à 4000 mètres de hauteur, ne pourrait égaler, encore moins dépasser, l'intensité qu'il manifeste à la surface du globe lui-même. Le rôle de l'atmosphère provient donc d'une force qui lui est propre ou qui existe réellement dans son sein. Or l'atmosphère étant un corps mauvais conducteur de l'électricité, cette action magnétique que nous lui avons reconnue ne pourrait être attribuée à un courant proprement dit, à de l'électricité dynamique.

» On sait que des bolides traversant l'atmosphère à de grandes hauteurs sont capables d'occasionner des perturbations de tous les éléments du magnétisme; nous possédons plusieurs faits de cette nature. J'en citerai un, observé par M. Franklin Masséna en 1868 dans son observatoire, situé à l'ouest de Rio-Janeiro. Ce bolide, passant à 60 degrés au sud de l'observatoire, produisit une véritable révolution dans tous les instruments. Il fit sortir le magnétomètre vertical de son centre de gravité, imprima des oscillations de plusieurs degrés à l'aiguille de déclinaison, déplaça de 60 divisions le bifilaire, et fit parcourir au déclinomètre rien moins qu'un angle de 90 degrés! Ce bolide est resté visible dix-sept secondes seulement, et il n'a éclaté que sept minutes après : il se trouvait par conséquent à une grande hauteur au moment du passage devant l'observatoire. Il ne serait pas sérieux d'attribuer le trouble des appareils à une modification que la masse magnétique de ce bolide aurait occasionnée dans le courant terrestre : quelque grande qu'on veuille supposer cette masse, elle n'aurait pu, à cette hauteur, faire naître une modification si grande. J'ai vu plus d'une fois l'aiguille de déclinaison, pendant des orages, se mouvoir comme le ferait une aiguille légère non magnétique à l'approche d'un corps électrisé; de Saussure parle d'un fait analogue observé par lui dans les Alpes.

A l'occasion de trombes ou de cyclones, on a vu plusieurs fois sur des navires l'aiguille faire très-rapidement le tour du compas. Ces faits sont bien connus.

» Pour moi, les courants galvaniques qu'on observe aux époques des perturbations sont des phénomènes concomitants, et nullement la cause des perturbations elles-mêmes. Ces courants sont tout simplement de l'électricité statique qui, accumulée sur la surface de la terre, prend la forme de courant toutes les fois qu'elle trouve un conducteur métallique tendu entre deux pays dont les tensions électriques sont différentes. Une des conditions nécessaires pour avoir des courants dans les fils, c'est que leurs extrémités soient à une grande distance. M. Lamont n'en a pas trouvé de trace dans des fils qui ne dépassaient pas 500 pieds, quoique ces fils fussent terminés par des plaques de fonte de 1 mètre carré de surface, et quoiqu'il se servît de galvanomètres à réflexion très-délicats. Il semble que, si des courants circulaient dans le sol, ils devraient être, au contraire, d'après la loi de Ohm, plus marqués dans un fil court. La vraie raison pour laquelle un fil court ne donne rien, la voici : c'est qu'entre deux pays voisins il y aura rarement tension statique; il ne pourrait conséquemment y avoir dans le fil écoulement d'électricité d'un pays à l'autre.

» Le sol n'est pas conducteur; s'il l'était, toutes les fois qu'un courant se déclare dans un endroit, ce courant devrait être sensible, sinon sur toute, du moins sur la plus grande partie de la surface terrestre. Les courants partiels ne sont pas explicables; car on ne voit pas pourquoi l'électricité ne s'étalerait pas sur le reste de la surface. On devrait en outre trouver les courants, sinon dans toute l'épaisseur de la terre, du moins jusqu'à une grande profondeur; or les expériences faites à Munich par M. Lamont ont montré qu'à 12 pieds de profondeur la tension du courant se trouve réduite de moitié. Ce fait est contraire à ce que nous savons sur la manière dont l'électricité dynamique se propage dans les conducteurs : c'est toute leur masse qui est envahie. Cette électricité terrestre ne peut être, par conséquent, que de l'électricité statique qui a pénétré plus ou moins le sol, comme nous savons qu'elle le fait sur tous les autres corps, surtout sur les mauvais conducteurs.

» Les variations ordinaires diurnes et annuelles du magnétisme sont dues à l'électricité statique de toute la masse de l'atmosphère et de la surface terrestre. Le mouvement du Soleil déplace continuellement la résultante des actions électriques, et les appareils magnétiques suivent ce mouvement. Les perturbations s'expliquent de la même manière. Dans la seconde par-

tie de cette Note, je ferai voir que les faits les plus embarrassants pour la théorie des courants ont une explication fort simple dans l'hypothèse pour laquelle je suis venu prendre date devant l'Académie. »

GÉOLOGIE. — *Sur une colonie turonienne dans l'étage sénonien de Saint-Martory (petites Pyrénées)*; Note de M. A. LEYMERIE.

« Le chaînon marginal, parallèle aux Pyrénées, sur lequel j'ai eu l'occasion, il y a quelque temps, d'appeler l'attention de l'Académie, est coupé par la vallée de la Garonne entre Martres (ou plutôt Cazères) et Saint-Gaudens. A droite du fleuve, il est représenté par le massif soulevé d'Ausseing; à gauche, il consiste en une région peu protubérante, remarquablement rubanée par des rides et par des failles parallèles à la grande chaîne, dont elle est séparée par la plaine de Saint-Gaudens.

» La section de cette bande se manifeste au bord gauche de la Garonne par une ligne d'escarpements rocheux, au pied desquels s'alignent les maisons du bourg de Saint-Martory, et dont l'aspect pittoresque est rehaussé par les ruines du château de Montpezat, perchées sur la cime principale.

» Cette ligne rocheuse, que j'appelle le *front de Saint-Martory*, offre les éléments d'une coupe naturelle, que j'ai relevée avec soin et dont j'ai fait l'objet d'un petit Mémoire dont j'ai aujourd'hui l'honneur d'offrir un exemplaire à l'Académie (*voir* p. 1613). Les faits que j'ai cherché à mettre en lumière dans ce travail viennent confirmer d'une manière exceptionnellement frappante cette assertion, que j'avais exprimée d'une manière générale dans ma Communication déjà citée sur les petites Pyrénées, savoir : que les terrains pyrénéens supérieurs (*craie proprement dite, garumnien, nummulitique, poudingue de Palassou*) sont complétement représentés dans le chaînon marginal, à l'exclusion des terrains inférieurs qui restent, pour ainsi dire, l'apanage de la chaîne principale.

» J'arrive maintenant au sujet principal de la présente Note.

» Derrière Saint-Martory, s'étale et s'élève en amphithéâtre une région calcaréo-marneuse, qui représente ici évidemment l'argile à rhynchonelles (*Rhyn. Eudesi*, Coquand) qui forme le fond de la vallée de soulèvement d'Ausseing et qui est couronnée, comme à Ausseing, par le calcaire nankin à hémipneustes, contemporain de la craie de Maëstricht. Je signale particulièrement cette région, parce que, vers le haut des marnes et calcaires qui la constituent, existe, dans un espace très-circonscrit, près de la mé-

tairie de *Paillon*, indiquée sur les cartes, une faune toute spéciale dont les membres, tous exceptionnellement pétrifiés par la silice, indiquent assez clairement l'époque de la craie tuffeau (*turonien* de d'Orbigny), dont nous ne connaissons d'ailleurs aucun représentant normal dans la Haute-Garonne. En effet, les fossiles dont il est question consistent en de nombreux polypiers et en des spongiaires, dont plusieurs accusent les formes si connues de la Touraine, associées à plusieurs coquilles, notamment des rudistes (*caprine* et *hippurites*), qui rappellent singulièrement les espèces si caractéristiques du calcaire à hippurites de l'Ariége et de l'Aude.

» Quant à la position de ces fossiles turoniens, elle ne saurait être l'objet du moindre doute, car ils sont tous rassemblés dans une petite assise de calcaire marneux, régulièrement enclavée, à stratification concordante, entre l'assise sénonienne argilo-calcaire dont il vient d'être question, et une autre assise où j'ai recueilli de mes mains l'*Hemipneustes radiatus*. Cette dernière, d'ailleurs, est elle-même recouverte par le calcaire nankin, qui représente dans nos pays la craie de Maëstricht, et qui forme le couronnement du cirque ou de l'amphithéâtre marneux dont il a été plusieurs fois question, calcaire au-dessus duquel viennent s'étager à niveaux décroissants, en descendant vers la petite rivière de la Noue, les trois assises habituelles du type garumnien, et enfin le calcaire à milliolites, membre inférieur très-constant de l'étage nummulitique de nos Pyrénées et des Corbières.

» Il y aurait donc encore ici une *colonie* de retardataires exotiques, qui différerait de la colonie sénonienne du garumnien, d'abord par sa faune plus ancienne et par sa position plus inférieure, et enfin par ce fait qu'elle n'existe qu'à Paillon, offrant ainsi un caractère accidentel, tandis que la colonie antérieurement reconnue constitue, à la partie supérieure de l'étage garumnien, une assise régulière, qui règne sans interruption dans toute la longueur des petites Pyrénées de la Haute-Garonne. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *De l'origine de la semaine planétaire et de la spirale de Platon;* Note de **M. L.-Am. Sédillot**.

« La création du monde, telle qu'elle est exposée dans les récits bibliques, a donné l'idée des semaines de sept jours. Les Grecs et les Romains, pour lesquels le nombre *sept* était pourtant un nombre sacré, connaissaient, comme l'atteste Aulu-Gelle, cette division du temps, mais n'en faisaient point usage : les premiers avaient des *semaines* de dix jours (*dé-*

cades), et les seconds, à côté des kalendes, des ides et des nones, des *semaines* de huit jours (*ogdoades*).

» Les Chaldéens, dit-on, imaginèrent, les premiers, de placer chaque jour sous l'influence d'une planète; étaient-ce bien les Chaldéens de Babylone, qui ne comptaient que cinq planètes, ou les astrologues, qu'on qualifiait, du temps de Cicéron, du nom de *Chaldéens*? Ne serait-ce pas aux Égyptiens qu'il vaudrait mieux faire honneur de cette idée? C'est, du reste, l'opinion des historiens grecs; Hérodote le dit positivement (II, 4), et Dion Cassius est tout aussi affirmatif. Il entre à ce sujet (III, p. 185) dans quelques développements :

« L'usage, qui est de déterminer l'ordre des jours d'après les sept astres qu'on nomme *planètes*, vient des Égyptiens, et ne remonte pas à une époque très-éloignée; il repose sur deux systèmes faciles à comprendre : l'un consiste à compter les heures du jour et de la nuit, en attribuant la première à Saturne, la deuxième à Jupiter, la troisième à Mars, la quatrième au Soleil, la cinquième à Vénus, la sixième à Mercure, la septième à la Lune. Si vous faites plusieurs fois cette opération pour les vingt-quatre heures, vous trouverez que la première heure du deuxième jour revient au Soleil; la première heure du troisième jour à la Lune, et ainsi de suite. (*Traduction* de Gros.) »

» C'est ce que nous avons expliqué dans notre *Manuel de Chronologie universelle* (1).

« L'autre système est un rapport fondé sur la musique, c'est-à-dire sur l'intervalle de la quarte. Si, commençant par Saturne, vous laissez de côté Jupiter et Mars, vous arrivez au Soleil (*le jour du Soleil*); supprimez Vénus et Mars, vous avez la Lune pour le troisième jour (*le lundi*), et en procédant de la même façon, Mars, Mercure, Jupiter et Vénus pour le mardi et les jours suivants. »

» Mais il existe une troisième manière de rendre compte de cette distribution des jours et des planètes, dont personne, je crois, ne s'est encore préoccupé, et c'est la *spirale* de Platon qui nous l'enseigne : un passage du *Timée* nous montre l'idée de la *spirale*, appliquée précisément aux orbites des planètes (2).

» Après avoir dit que « la révolution diurne, une et invariable, enveloppe » une autre révolution obliquement contraire et divisée en sept cercles », Platon ajoute :

« Dans la révolution oblique qui croise la révolution diurne, les corps qui décrivent de

(1) Paris, 1865, 6e édition, p. 9.

(2) *Timée*, p. 36 C; 40 B, p. 38 E, 39 B; *Lois* VII, p. 822. *Voir* M. Th.-H. Martin, t. VIII des *Mémoires des Savants étrangers*, présentés à l'Académie des Inscriptions, p. 339.

plus grands cercles (autour de la Terre) ont des révolutions plus lentes que ceux qui en décrivent de plus petits; et par l'effet combiné des deux mouvements obliquement contraires, chacun des sept corps, bien qu'il décrive toujours le même cercle d'occident en orient, semble décrire (d'orient en occident) une série de cercles qui (du nord au sud et du sud au nord) forment *une spirale*, et les corps qui vont le plus vite dans leur mouvement propre vers l'orient semblent aller plus lentement que les autres vers l'occident (1). »

» On doit croire que Platon avait, comme Hérodote, connaissance des rapports établis entre les jours et les planètes, et qu'il avait eu la confirmation de ce fait en Egypte, puisqu'il vantait tout le premier la science profonde des prêtres de ce pays (2); or sa *spirale*, si l'on prend le *Soleil* pour point de départ, nous donne avec les trois autres planètes, Mars, Jupiter et Saturne, les trois planètes inférieures, la Lune, Mercure et Vénus, l'ordre des jours de la semaine, le jour du Soleil (dimanche), de la Lune (lundi), de Mars (mardi), de Mercure (mercredi), de Jupiter (Jeudi), de Vénus (vendredi), de Saturne (samedi).

» Les diverses applications de cette *spirale* ont exercé, sans doute, de tout temps les esprits sérieux. Kepler divisait les planètes en deux classes (*corpora primaria*, planètes proprement dites, et *corpora secundaria*, satellites), distinguant les planètes *supérieures* des planètes *inférieures* (3); Apian énumérait seulement les dix sphères (4), et, comme l'a fait observer Delambre (5), on diffère *étrangement* sur la manière de placer Mercure, Vénus et le Soleil. Mais aussi, dans un autre ordre d'idées, en substituant la Terre au Soleil et en prenant les trois planètes inférieures dans un sens inverse, nous trouvons dans *la spirale* de Platon la série régulière des planètes par rapport au Soleil : Mercure, Vénus (Lune), Terre, Mars, Jupiter, Saturne.

» On aurait pu supposer que cette *spirale* était une idée indienne, par suite de quelques rapprochements que Letronne (6) a signalés; mais nous savons aujourd'hui que l'astronomie du Sourya Siddhanta n'est autre que

(1) Traduction de M. Th.-H. Martin. *Voir* aussi le même auteur et M. Chasles *sur l'hypothèse astronomique de Pythagore* (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 23 septembre, 1872, p. 729).

(2) *Voir* notre Mémoire sur les *Instruments astronomiques des Arabes*, p. 7, Note 3. Ἕλληνες ἀεὶ παιδὲς ἐστέ.

(3) *Epitomes astronomiæ Copernicanæ, etc.*; 1822, p. 450, 469.

(4) *Cosmographie, etc.*; Anvers, 1584, p. 9.

(5) *Astronomie ancienne*, t. Ier, p. 217.

(6) *Sur l'origine grecque des zodiaques prétendus égyptiens*, p. 27.

l'astronomie grecque, et l'on s'est assuré que la plupart des emprunts faits par les Arabes aux Indiens (chiffres indiens, algèbre, zodiaque, mouvement de trépidation des fixes, etc.) ont une origine gréco-latine. Il faut donc se tenir en garde contre les récits que l'on a faits des vastes connaissances des Hindous et des Chinois : *adhuc sub judice lis est.*

Quant à la *spirale* de Platon, on ne voit pas que les mathématiciens de son temps aient étudié les propriétés de cette courbe ; aussi attribue-t-on à Conon, ami d'Archimède, l'*invention* de la spirale ; encore la nomme-t-on *spirale* d'Archimède, parce que ce grand géomètre en a fait l'objet de travaux intéressants. Seulement les rapports qu'il trouva exigeaient des constructions si compliquées, que Viète a mis en doute leur exactitude, et que Bouillaud avoue ingénument qu'il ne les a jamais bien comprises. Varignon, en 1704, prenait *la spirale* pour sujet de ses méditations ; rappelant la *spirale générale* de Fermat, il en proposait une *infiniment plus universelle*, comme il le dit lui-même.

» On cite encore *la spirale* de Pappus ; c'était une courbe formée sur la surface de la sphère, de la même manière que celle d'Archimède est engendrée sur un plan. Pappus, dit M. Chasles, dans *son aperçu historique*, trouva l'expression de la surface sphérique comprise entre cette courbe et la base, premier exemple de la quadrature d'une surface courbe.

» Revenons à la semaine planétaire, dont l'origine latine est clairement démontrée par les dénominations mêmes des sept jours, telles que nous les avons gardées. Les Grecs et les Romains considéraient, nous l'avons dit, le nombre sept comme sacré ; le jour du sabbat est mentionné fréquemment dans leurs écrits, et une foule de passages indiqués par le dictionnaire de Trévoux (1) confirment cette assertion. Eusèbe a même voulu démontrer que Platon avait mis à contribution les traditions hébraïques : c'était aussi l'opinion de saint Augustin ; mais l'usage de déterminer l'ordre des jours de la semaine par le nom des sept planètes, devenu, d'après Dion Cassius, à peu près général de son temps, était une innovation toute latine. Le premier jour était alors le jour du Soleil, *dies Solis ;* ce fut Constantin qui le transforma en *dies dominica ;* le samedi était pour les uns *dies Saturni*, le Χρόνος des Grecs ; pour les autres, *dies sabbati.*

Longtemps nous avons conservé le *dies sabbati*, qu'on trouve encore en 1791 dans le programme des cours du Collége de France, rédigé en latin.

(1) Tome VII, p. 633. — *Voir* aussi Ideler, *Handbuch der Chronologie*, t. Ier, p. 178 ; t. II, p. 175 et suiv. — Schœll, *Éléments de Chronologie historique*, t. Ier, p. 43, 107, 134.

Comment de *dies sabbati* a-t-on fait le mot français *samedi?* Selon M. Littré, l'emploi de cette locution ne remonte pas au delà du XII[e] siècle. La nomenclature astronomique était alors toute arabe. Est-il venu à l'esprit de quelque érudit de chercher un équivalent au *dies sabbati* des Juifs? On avait substitué le *dies dominica* (le dimanche) au *dies Solis*. De l'arabe *sams*, Soleil (1), a-t-on formé *sams-di*, samedi, le *samstag* des Allemands, tandis que les Anglais gardaient pour le *samedi* et pour le *dimanche* les dénominations de *saturday* et de *sunday?* »

ASTRONOMIE. — *Étoiles filantes du 27 novembre;* Lettre de M. **Heis** à M. Faye.

« Vous aurez sans doute reçu de tous côtés des nouvelles de cette averse extraordinaire d'étoiles filantes. Je tiens à vous adresser sur cette apparition des détails qui se rattachent à mes observations des années précédentes, ou qui compléteront ce que l'on en a déjà publié.

» 1° *Nombre des étoiles.* — Les météores ont été comptés, à Munster, par deux observateurs, dont l'un surveillait la partie du ciel qui est au sud de la voie lactée, et la voie lactée elle-même, tandis que l'autre s'était chargé de la partie nord. Ils notèrent 2200 étoiles en cinquante-trois minutes, ce qui donne pour nombre horaire 2500, nombre trop faible, car les observateurs ne pouvaient embrasser le ciel entier. Le maximum est tombé entre $8^h 48^m$ et $8^h 54^m$, temps moyen de Munster (de $8^h 27^m$ à $8^h 30$ en temps moyen de Paris).

» Le 29 novembre, de $9^h 25^m$ à $9^h 46^m$, on ne compte à Munster que 4 étoiles. D'après mes nouvelles de Danemark, l'essaim était déjà passé le 27 vers 16 heures.

» 2° *Centre de radiation.* — Il a été déterminé avec soin par un observateur couché sur le dos et n'ayant d'autre soin que de rechercher le point de croisement des trajectoires idéalement prolongées en arrière. Il a trouvé ainsi comme point radiant

$$\varphi \text{ de Persée} = \text{Æ}\ 24^\circ \text{ décl. } + 50^\circ.$$

Les deux étoiles γ Andromède et α de Cassiopée ont été rejetées, et c'est entre ces deux étoiles que la position la plus probable de ce point a été trouvée.

» 3° *Apparitions plus anciennes.* — Je suis décidément d'avis que le cou-

(1) Le dieu *Soleil* des Assyriens.

rant du 27 novembre ne se rattache ni à celui des 12-13 novembre, ni à celui des 7, 8 et 9 décembre. Dans les premiers jours de ce dernier mois, les 1er, 2, 3, 4 et 5, il y a une pause. Les trois courants du 12 novembre, du 27 et du 8 décembre sont parfaitement distincts.

» Dès 1849, dans mon Mémoire sur les étoiles filantes périodiques (Cologne, 1849), j'ai déjà signalé ce courant de décembre en me basant sur de nombreuses observations, particulièrement sur celles de

1798, décembre 6, observées par Brandes, à Brême (200 étoiles).

1830, décembre 7, Raillard, apparition extraordinaire (*Comptes rendus*, t. VII, p. 177).

1838, décembre 6, Flaugergues, beaucoup d'étoiles filantes, vues à Toulon, d'un point situé au zénith, vers 9 heures du soir.

1838, décembre 7, Ed. Herrick, à New-Haven, étoiles partant d'un point du ciel situé près de la chaise de Cassiopée (*Comptes rendus*, t. VIII, p. 85).

» Dans mon tableau des points radiants, que l'Académie a bien voulu insérer dans ses *Comptes rendus*, on trouve pour celui de décembre, désigné par la lettre A_{19}, la position suivante : Æ = 21°, D = + 54, ce qui le rapprocherait beaucoup de φ de Persée.

» Déjà M. de Humboldt, dans le Ier volume de son *Cosmos*, signalait aux observateurs l'apparition périodique du 27-29 novembre. Quant à la relation de ce courant avec la comète de Biela ou de Gambart, je n'ajouterai rien, car, après les recherches de Schiaparelli et la détermination du centre de radiation, l'identité ne tarde pas à être évidente. Dans quelque temps j'aurai occasion de vous parler de mon *Atlas cœlestis novus* que je publie en ce moment. »

M. Faye ajoute :

« D'après des nouvelles de l'Observatoire de Breslau, le directeur, M. Galle, aurait observé 3000 étoiles filantes dans la journée du 27 novembre, de $6^h 20^m$ à $7^h 50^m$. Vers $7^h 15^m$, leur fréquence s'élevait à 100 par minute, pendant cinq minutes. Vers 8 heures, le ciel se couvrit et le phénomène ne fut plus observé qu'entre des nuages. Vers 1 heure, le ciel redevint pur; mais les étoiles étaient déjà moins nombreuses. Le centre de radiation était dans le pied d'Andromède, par 22 degrés d'ascension droite et 42 degrés de déclinaison nord. Ce point répond parfaitement à celui que M. Galle avait déjà calculé cinq ans auparavant dans l'hypothèse où la comète de Biela aurait son flux d'étoiles filantes. Comme cette comète, dont la révolution est de sept ans, devait précisément cette année (septembre) passer dans cette ré-

gion de son orbite qui avoisine la Terre, il n'y a pas lieu de douter que nous sommes ici en présence d'une nouvelle confirmation des vues de Schiaparelli sur la connexion des étoiles filantes avec les comètes périodiques. C'est le troisième exemple démontré de cette connexion, et même le quatrième, si nous comptons les météores d'avril. Ces observations seront poursuivies avec soin toute la semaine.

» M. de Littrow, directeur de l'Observatoire de Vienne, a également annoncé aux journaux les résultats qui lui sont parvenus à ce sujet. M. N. de Konkoly a noté à son observatoire particulier de Comorn, dans la nuit du 27 au 28 novembre, 294 étoiles entre $7^h 45^m$ et $8^h 19^m$. Après une interruption causée par les nuages, il en a observé 1796 de $9^h 7^m$ à $9^h 54^m$. D'après lui, le point radiant était par 30 degrés d'ascension droite et 55 degrés de déclinaison. Pendant ce temps, M. Palisa, directeur de l'Observatoire de la Marine à Pola, observait 1000 étoiles en une heure (à Hambourg), et plaçait dans Persée le centre d'émanation. Enfin le prof. Karlinski, directeur de l'Observatoire de Cracovie, annonce que son adjoint a noté 58 étoiles en deux minutes vers 10 heures, et plus tard presque constamment 100 étoiles par minute, de $10^h 10^m$ à 11 heures. Pour lui, le point radiant était par 22 degrés d'ascension droite et 43 degrés de déclinaison. Les dépêches du bureau météorologique central ont signalé, pour la même époque, de brillantes apparitions à Ancône, Lesina, Pola, Lemberg et Stanislau, entre 8 et 10 heures. On doit d'ailleurs s'attendre à recueillir de toutes parts des observations, attendu que A.-S. Herschel avait déjà publié l'été dernier l'annonce de ce phénomène d'après les travaux du prof. Weiss, et invité les observateurs à diriger leur attention de ce côté. »

M. A.-S. Herschel adresse, de Newcastle, la Note suivante, relative à l'essaim météorique du 27 novembre 1872 :

« Les étoiles filantes du 24 novembre ont été vues en beaucoup de points de l'Angleterre, et particulièrement dans les provinces septentrionales du royaume, entre 5 heures et minuit (temps moyen de Greenwich). Les descriptions du phénomène par l'auteur de cette Note, à Newcastle-sur-Tyne; par M. Lowe, à Beeston, près de Nottingham; par M. Denning, à Bristol; M. Weightman, à Oundle, en Nottinghamshire; M. Knobel, à Burton-sur-Trent; M. Hollis, à Newcastle-sous-Line; et enfin par M. Grant, professeur d'Astronomie à l'Université de Glascow, en Écosse, se trouvent imprimées dans les deux numéros du journal *The Times* du 29 et du 30 du mois passé. On trouve encore des récits de ce phénomène par M. Perry, directeur du Collége de Stonyhurst, en Yorskire, et par plusieurs autres observateurs, entre autres le capitaine Brinkley et ses fils, à Castelnoke, Dublin, qui ont communiqué leurs observations dans le numéro du 5 décembre du journal anglais hebdomadaire

Nature. Le premier bolide de l'essaim fut observé par MM. Brinkley, en plein jour, à 3 heures après midi, le 27 novembre; un autre, par le capitaine Brinkley, à $4^h 35^m$ (temps moyen de Dublin).

» Déjà, à $5^h 20^m$, le dernier observateur comptait 34 étoiles filantes en une minute et demie, et 95 étoiles en cinq minutes, vers $5^h 40^m$; plus tard, l'intensité du phénomène allait en croissant, et, à 9 heures, 26 étaient visibles en une minute; à minuit, 7 météores seulement se montraient dans un intervalle de cinq minutes, et alors l'activité de l'essaim paraissait presque entièrement épuisée.

» Les observations de son intensité aux autres stations sont généralement semblables aux précédentes. Pendant plus de deux heures, de 6 heures jusqu'à $8^h 30^m$ ou 9 heures, les nombres aperçus en une minute par M. Lowe et par M. le professeur Grant, à Beeston et à Glascow, furent un peu variables entre 60 et 110, sans dépasser 75 par minute dans la dernière partie de ce temps (vers $8^h 15^m$ à Glascow); mais on observa un maximum de fréquence entre $6^h 20^m$ et $6^h 50^m$, que M. Lowe estima, à Beeston (vers $6^h 30^m$), à 110 étoiles filantes, comptées par lui seul en une minute, sans le secours d'autres observateurs. Entre 9 heures et 10 heures du soir, les nombres par minute étaient de 20 à 30; après 10 heures du soir, de 8 à 12 seulement; ils décroissent rapidement vers cette dernière heure, de manière que, peu après minuit, on ne pouvait plus enregistrer qu'un seul météore par minute.

» En présentant à l'Académie le résumé provisoire des principaux nombres horaires des étoiles filantes vues en Angleterre, en Écosse et en Irlande pendant les heures d'observation de l'averse météorique récente, l'auteur espère avoir l'honneur de soumettre à l'Académie, dans une prochaine Communication, des résultats précis obtenus sur le point radiant de l'essaim, par les observateurs nombreux qui ont enregistré le phénomène en diverses parties de la Grande-Bretagne. »

M. Resal transmet à l'Académie une Note de M. *Girod*, Ingénieur civil, Vice-Président de la Commission météorologique du Doubs, sur les étoiles filantes observées le 27 novembre à Pontarlier :

« Le phénomène a duré de $6^h 18^m$ du soir au delà de minuit.

» On estime à une vingtaine de mille le nombre des astéroïdes.

» La dispersion semblait partir du point de départ apparent; le plan moyen de la gerbe était un grand cercle passant par le zénith, point vers lequel elle s'éteignait.

» La température moyenne, qui est habituellement de + 11 degrés à la fin de novembre (altitude 840 mètres), était de + 11 degrés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le mistral et sur l'alimentation des courants alizés*; Note de M. Lartigue. (Extrait.)

« D'après les observations recueillies à l'Observatoire et résumées par M. Sonrel (1), le mistral (vent polaire) s'établit d'abord près des Pyrénées,

(1) *Étude sur les mouvements généraux de l'atmosphère*, par M. Sonrel. Ce savant a

et se propage ensuite à Cette, Marseille, Toulon et Antibes, c'est-à-dire en sens inverse de celui qu'on observe sur les côtes occidentales de l'Europe. Je dois donc reconnaître que je m'étais trompé, et que j'avais généralisé un fait qui n'était que local.

» La marche du mistral, telle qu'elle est indiquée par M. Sonrel, m'a en outre servi, non-seulement à donner sur ce vent spécial l'explication qui a été publiée dans les *Comptes rendus* (séance du 17 juin 1872), mais à expliquer aussi cette anomalie de courants polaires se propageant de l'est à l'ouest sur certains points, et en sens contraire sur d'autres.

» Des observations qui se rattachent à ces deux questions, il paraît résulter que ces différences proviennent du plus ou du moins d'intensité des courants tropicaux, sur chacun des points où les courants polaires peuvent s'établir. Ces derniers, soit qu'ils descendent des régions supérieures, soit qu'ils s'avancent le long de la surface terrestre, doivent, en effet, du moins dans le cas dont il s'agit, arriver plus facilement et plus tôt sur les terres que sur les côtes de l'Europe occidentale, parce que les courants tropicaux sont ordinairement moins intenses sur le continent que sur les bords de la mer; ils doivent aussi parvenir avec moins de difficulté et plus tôt dans le voisinage des Pyrénées que sur les points situés plus à l'est, parce que les courants tropicaux sont toujours plus ou moins modérés près de ces montagnes, et que leur intensité augmente à mesure qu'ils avancent vers les points où l'influence de ces dernières se fait de moins en moins ressentir.

» *Alimentation des courants alizés.* — Les courants alizés sont alimentés, comme le mistral, par l'air froid des pôles qui parvient dans la zone torride en s'écoulant, soit le long de la surface terrestre, soit par les régions supérieures de l'atmosphère. Le premier cas se produit lorsque les courants polaires se forment par aspiration, ou bien lorsque, prenant naissance du côté des pôles, ils sont assez intenses pour franchir tous les obstacles qui pourraient suspendre leur marche vers l'équateur; le deuxième cas, lorsque la marche de la partie inférieure se trouve *seule* arrêtée par l'effet de causes locales ou par celui des vents tropicaux soufflant le long de la surface terrestre.

» Des environs des pôles aux tropiques, les courants solaires et les courants tropicaux sont très-souvent superposés; sur certains points, les pre-

---

publié, dans ce remarquable travail, une excellente explication du mistral, qui ne contredit en rien celle que j'ai donnée.

miers se maintiennent dans les régions supérieures de l'atmosphère, et les derniers le long de la surface terrestre. Sur d'autres points, c'est tout le contraire. Les courants supérieurs peuvent se rapprocher du sol et même se juxtaposer aux courants inférieurs cheminant en sens contraire (1). (Maury dit qu'alors ces courants se croisent.)

» Le remplacement des courants tropicaux à la surface par les courants polaires s'explique facilement; car ces derniers, étant généralement froids, tendent toujours à se rapprocher du sol, où ils parviennent avec plus ou moins de difficulté, suivant que les courants tropicaux sont plus ou moins intenses.

» Ces derniers sont plus ou moins faibles près des limites extérieures des alizés; ils le deviennent moins à mesure qu'ils se rapprochent des parallèles de 60 degrés, au delà desquels leur intensité diminue. Ils sont encore modérés sur les parallèles de 35 degrés et ils n'acquièrent une grande force qu'entre ceux de 40 et de 60 degrés. C'est aussi entre ces parallèles que les courants polaires éprouvent le plus de difficulté à descendre jusqu'à la surface, et c'est sans doute par ce motif que ceux-ci y sont moins constants que les courants tropicaux; mais, ces derniers étant moins intenses plus près des tropiques, les courants polaires parviennent plus facilement jusqu'au sol, de manière que, par 35 degrés de latitude, les deux courants y sont également fréquents, et que, plus près des tropiques, la durée des courants polaires y est plus longue que celle des vents tropicaux.

» Il en est à peu près de même entre les parallèles de 60 et de 80 degrés, où ces derniers deviennent de moins en moins intenses à mesure qu'ils se rapprochent des pôles.

» C'est souvent entre ces derniers parallèles et quelquefois entre ceux de 60 degrés et les tropiques que les courants tropicaux ou des causes locales suspendent la marche de la partie inférieure des courants polaires, qui alors se détourne pour former des courants circulaires, tandis que la partie supérieure continue son mouvement vers l'équateur. »

M. Bonjean adresse une réclamation de priorité, concernant l'emploi du silicate de soude en Médecine.

L'auteur croit avoir, le premier, fait connaître l'action médicale du

(1) Opinion de M. Élie de Beaumont rapportée par M. Fournet (*Comptes rendus* du 6 août 1855).

silicate de soude contre les affections rhumatismales et goutteuses, et aussi dans le catarrhe vésical chronique.

M. **Beaunis** adresse, de Nancy, une réclamation de priorité, au sujet du procédé d'expérimentation décrit dans une Note de M. *Éd. Fournié*, intitulée : « Recherches expérimentales sur le fonctionnement du cerveau (*Comptes rendus*, 11 novembre 1872, p. 1194) ».

L'auteur adresse, à l'appui de sa réclamation, une Note imprimée « Sur l'application des injections interstitielles à l'étude des fonctions des centres nerveux », publiée par lui dans la *Gazette médicale* (27 juillet, 3 et 17 août 1872).

M. **Guérineau-Aubry** adresse une Note relative à un procédé de destruction des chenilles.

La séance est levée à 7 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 décembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale, ouvrage publié par ordre du Ministre de l'Instruction publique. *Recherches botaniques*, publiées sous la direction de M. J. Decaisne, Membre de l'Institut. 1[re] partie : *Cryptogamie*, par M. Eug. Fournier, avec la collaboration de MM. W. Nylander et Ém. Bescherelle. Paris, Imprimerie nationale, 1872; in-4°, texte et planches.

Les Montagnes; par M. Alb. Dupaigne. Tours, Alfred Mame et fils, 1873; in-8°. (Présenté par M. Puiseux.)

Sur l'utilité, pour les ouvriers, d'étudier l'économie politique; par M. L. Wolowski, Membre de l'Institut. Paris, Guillaumin, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Journal des Économistes*.)

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel; t. IX, 2[e] cahier. Neuchâtel, imp. de H. Wolfrath et Metzner, 1872; in-8°.

Le typhus exanthématique ou pétéchial. Typhus des Arabes (*épidémie*

de 1868); *par* le Dr Am. MAURIN. Paris, Imprimerie nationale, 1872; br. in-8°.

Mémoires des Concours et des Savants étrangers, publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; 2e fascicule du tome VII. Bruxelles, H. Manceaux, 1872; 1 vol. in-4°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique, collection in-8°, t., Ier 5e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1872; in-8°.

Botanique japonaise. Livres Kwa-wi, traduits du japonais avec l'aide de M. SABA; *par* le Dr L. SAVATIER. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Histoire de la Médecine et des doctrines médicales; par E. BOUCHUT; 2e édition. Paris, Germer-Baillière, 1873; 2 vol. in-8°.

Traité des dérivés de la houille applicables à la production des matières colorantes; par MM. Ch. GIRARD *et* G. DE LAIRE. Paris, G. Masson, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Wurtz.)

Traité élémentaire de Chimie; par M. TROOST; 3e édition. Paris, G. Masson, 1873; 1 vol. in-8°.

Remarques sur les zones littorales; par le Dr L. VAILLANT. Paris, A. Delahaye, 1872; br. in-8°.

Les constructions et stratifications lacustres du lac Saint-Andéol (Lozère); par M. le Dr PRUNIÈRES. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Direction générale des Forêts. Météorologie forestière; année 1871. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Notes sur la théorie et l'observation de la houle et du roulis; par E. BERTIN. Paris, Imprimerie nationale, 1872; br. in-8°.

Annuaire spécial des vétérinaires militaires; année 1872. Paris, E. Donnaud, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Journal de médecine vétérinaire militaire.*)

Maladies de l'oreille, etc.; par D.-M. LÉVI. Paris, A. Delahaye, 1872; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Mémoire sur le problème de possibilité d'obtenir une économie annuelle de 80 millions de francs au moins sur la consommation du combustible; par JASIENSKI. Quimperlé, Th. Clairet, 1872; in-8°.

Etudes sur la philosophie naturelle, n° 3. *De l'expérience de Monge au double point de vue expérimental et rationnel;* nos 4 à 5. *De l'ordre et du mode de décomposition de la lumière par les prismes,* n° 8. *De l'ordre et du mode de décomposition de la lumière par les bords minces.* Montpellier, typ. Boehm et fils, 1869 à 1872; 4 br. in-8°.

Special report on immigration, etc.; by Edward YOUNG. Washington, Government printing Office, 1872; in-8°, relié.

Preliminary report of the United-States geological survey of montana and portions of adjacent territories; being a fifth annual report of progress; by F.-V. HAYDEN. Washington, Government printing Office, 1872; 1 vol. in-8°, relié.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution, etc., for the year 1870. Washington, Government printing Office, 1871; in-8°, relié.

Report of the superintendent of the United-States coast survey, showing the progress of the survey during the year 1868. Washington, Government printing Office, 1871; 1 vol. in-4°, relié.

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1876, *etc.* London, J. Murray, 1872; in-8°.

Transactions of the american philosophical Society *held at Philadelphia, for promoting useful knowledge,* vol. IX, new series, part III. Philadelphia, Henry-C. Lea, 1871; in-4°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; vol. VII, novembre 1871, giugno 1872, 7 liv. Torino, Stamperia reale, 1871-1872; in-8°.

Bollettino meteorologico ed astronomico del Osservatorio dell' Università di Torino, anno VI, 1872. Torino, Stamperia reale, 1872; in-4° oblong.

Archiv für mikroskopische Anatomie, herausgegeben von Max. SCHULTZE. Neunter Band, Erstes heft. Bonn, Max. Cohen et Sohn, 1872; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 décembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Dictionnaire de Médecine, de Chirurgie, de Pharmacie, de l'art vétérinaire et des sciences qui s'y rapportent; par MM. E. LITTRÉ *et* Ch. ROBIN, Membres de l'Institut. Paris, J.-B. Baillière, 1873; 1 vol. grand in-8°.

Les armes et les outils préhistoriques reconstitués, texte et gravures par le vicomte LEPIC. Paris, C. Reinwald, 1872; in-4°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Les temps préhistoriques dans le sud-est de la France. L'homme dans la vallée inférieure du Gardon; par P. CAZALIS DE FONDOUCE. Montpellier, C. Coulet, Paris, A. Delahaye; 1 vol. in-4° avec planches. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Traité de Physique élémentaire de CH. DRION et E. FERNET; 4e édition, entièrement revue par E. FERNET. *Appendice sur la théorie mécanique de la chaleur*. Paris, G. Masson, 1873; br. in-8°.

Histoire de la Botanique, de la Minéralogie et de la Géologie; par F. HOEFER. Paris, Hachette, 1873; 1 vol. in-12. (Renvoi à la Commission du prix de Statistique de la fondation Montyon.)

Histoire de la Physique et de la Chimie; par F. HOEFER. Paris, Hachette, 1872; 1 vol. in-12.

Une explication du mistral. Paris, P. Dupont et Challamel, 1872; br. in-8°. (Extrait de la *Revue maritime et coloniale.*)

Sur les conditions géologiques où se trouve le pays toulousain à l'égard des eaux souterraines, et particulièrement des eaux artésiennes; par M. LEYMERIE. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°.

Note sur les petites Pyrénées, chaînon extérieur de la demi-chaîne orientale des Pyrénées; par M. LEYMERIE. Bagnères, imp. J. Cazenave, sans date; 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société Ramond.*)

Note sur les escarpements rocheux de Saint-Martory; par M. A. LEYMERIE. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, des Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Recherches expérimentales sur le fonctionnement du cerveau; par le Dr E. FOURNIÉ. Paris, A. Delahaye, 1873; in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1872.)

De l'urée. Physiologie, chimie, dosage; par M. BOYMOND. Paris, J.-B. Baillière, 1872; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Note sur l'application des injections interstitielles à l'étude des fonctions des centres nerveux; par le Dr A. BEAUNIS. Paris, Durand, sans date; br. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; t. VIII, 4e cahier. Paris, J.-B. Baillière, Bordeaux, Chaumas-Gayet, 1872; in-8°.

De l'enseignement de la Médecine en France. L'agrégation dans les Facultés de Médecine. Mémoire adressé à l'Assemblée nationale par les agrégés de la Faculté de Médecine de Montpellier. Montpellier, Boehm, 1872; in-8°.

Bulletin du Comice agricole de l'arrondissement de Narbonne. Concours expérimental vinicole de Narbonne (octobre 1872). Sans lieu ni date; br. in-8°.

Notes anthropologiques sur les huttiers de la Sèvre; par M. le Dr F. LAGARDELLE. Moulins, imp. Desrosiers, 1872; br. in-8°.

La variole et l'aliénation mentale pendant la guerre; par le Dr F. LAGARDELLE. Moulins, imp. Desrosiers, 1872; br. in-8°.

Asile départemental des aliénés. Rapport de M. F. LAGARDELLE. Sans lieu ni date; br. in-8°.

The Transactions of the Linnean Society of London; vol. XXVII, part the fourth; vol. XXVIII, part the second-first; vol. XXIX, part the first. London, Williams and Norgate, 1872; 3 vol. in-4°.

The Journal of the Linnean Society. Botany, vol. XIII, nos 66-67; *Zoology,* nos 53-54. London, Williams and Norgate, 1871-1872; 4 nos in-8°.

List of the Linnean Society of London 1871. London, 1871; in-8°.

The quarterly Journal of the Geological Society; vol. XXVIII, august 1872. London, 1872; in-8°.

Medizinische Jahrbücher herausgegeben von der K. K. Gesellschaft der Arzete, redigirt von S. STRICKER. Jahrgang 1872, II, III, Heft. Wien, 1872, W. Braumüller; 2 nos in-8°.

E. DIAMILLA-MULLER. *Letture scientifiche per il popolo italiano. Letture I. La fine del mondo.* Milano, F. Dumolard, Parigi, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 2 décembre 1872.)

Page 1428, ligne 3, *au lieu de* lesquelles, *lisez* lesquels.

Page 1429, ligne 14, *au lieu de* h_1, k_1, l_1, *lisez* h_1, k_1, l_1, h_2,....

Page 1430, ligne 12, *au lieu de* $a_1 =$, *lisez* $u_1 =$....

Page 1445, ligne 17, *au lieu de* particularité que leurs températures d'ébullition..., *lisez* particularité que les différences de leurs températures d'ébullition....

Page 1449, ligne 18, *au lieu de* portes, *lisez* parties.

Page 1470, avant le titre *Mémoires lus*, *mettez* : Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

Observations météorologiques faites à l'Observatoire central... Nov. 1872.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres anciens (1). Salle méridienne. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres nouveaux. Terrasse du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Température moyenne de l'air à 40 mètres.	Température moyenne du sol à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.	Thermomètre noir dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	752,5	11,1	13,6	12,3	11,1	13,7	12,4	»	11,9	12,1	12,2	12,1	0,8	8,92	84,0	»	20,5
2	746,[illegible]	10,7	12,9	11,8	10,0	13,3	11,6	»	10,4	11,0	11,8	12,2	0,8	7,81	82,7	»	20,0
3	753,3	6,6	11,8	9,2	5,4	13,0	9,2	»	8,3	9,3	10,7	12,2	5,1	6,23	75,5	»	10,0
4	761,2	4,2	12,0	8,1	3,1	11,8	7,4	»	8,5	8,9	10,0	12,1	5,5	7,53	86,0	»	12,5
5	755,4	»	14,0	»	7,6	14,7	11,1	»	11,3	10,7	10,5	11,9	0,4	9,54	88,8	»	20,0
6	759,1	»	15,5	»	10,0	16,0	13,0	»	12,1	11,6	11,3	11,8	1,2	10,45	88,2	»	17,5
7	764,8	»	14,1	»	10,5	15,2	12,8	»	10,5	11,4	11,8	11,8	4,9	7,79	83,3	»	10,0
8	765,5	»	12,9	»	2,5	13,0	7,7	»	8,8	9,5	10,7	11,9	2,9	7,23	93,0	»	0,0
9	759,0	»	11,4	»	7,3	11,8	9,5	»	9,2	9,8	10,5	11,8	0,6	7,45	93,5	»	5,5
10	746,5	6,3	8,1	7,2	6,1	7,6	6,9	»	6,8	8,3	9,8	11,7	1,5	5,45	83,7	»	14,5
11	749,6	4,1	6,0	5,0	3,1	6,0	4,5	»	6,1	7,1	8,7	11,5	0,3	5,82	88,5	»	0,0
12	750,4	4,0	»	»	3,6	6,4	5,0	»	5,4	6,6	8,2	11,2	0,7	5,10	86,5	»	0,0
13	751,9	»	3,6	»	1,6	3,8	2,7	»	3,7	5,3	7,3	10,8	0,5	4,42	86,3	»	0,0
14	745,5	0,7	5,7	3,2	0,1	4,8	2,4	»	4,5	5,2	6,6	10,5	0,8	5,40	95,2	»	7,0
15	749,8	2,1	5,8	3,9	1,4	6,5	3,9	»	4,5	5,4	6,6	10,1	2,3	4,69	84,8	»	2,0
16	749,1	2,7	5,3	4,0	0,6	6,0	3,3	»	4,2	5,0	6,3	9,8	0,5	5,46	91,0	»	14,5
17	750,4	»	6,3	»	4,2	6,5	5,3	»	5,2	5,7	6,4	9,6	0,5	5,85	93,5	»	20,0
18	747,3	2,9	8,9	5,9	2,7	9,0	5,8	»	6,2	6,2	6,7	9,4	1,0	6,90	92,0	»	20,0
19	744,3	»	11,8	»	5,9	9,0	7,4	»	7,2	7,0	7,2	9,2	1,1	7,22	88,0	»	16,0
20	747,6	»	11,4	»	9,6	11,7	10,6	»	9,3	8,7	8,2	9,2	0,7	8,52	92,7	»	20,0
21	752,8	»	»	»	6,7	11,8	9,2	»	8,3	8,5	8,6	9,2	2,4	7,78	89,0	»	17,5
22	748,3	»	11,9	»	8,0	12,2	[illegible]	»	9,2	9,1	8,9	9,4	0,8	8,13	89,3	»	17,5
23	742,4	7,8	15,1	11,4	7,1	16,1	11,6	»	9,6	9,3	9,1	9,5	1,3	8,08	79,2	»	12,0
24	746,3	8,4	»	»	8,5	11,0	9,7	»	8,4	8,9	9,3	9,6	0,9	7,16	86,3	»	16,5
25	746,4	6,5	12,4	9,4	6,1	12,4	9,2	»	8,9	8,7	8,9	9,7	0,5	7,80	82,5	»	17,0
26	751,8	»	13,4	»	9,7	13,8	11,7	»	10,4	9,9	9,5	9,7	2,0	8,81	82,2	»	16,0
27	755,1	»	13,9	»	10,7	14,1	12,4	»	11,6	10,9	10,2	9,8	0,8	9,91	88,5	»	20,0
28	748,0	»	12,8	»	12,3	13,4	12,8	»	10,1	10,6	10,7	10,0	0,2	7,88	87,5	»	18,0
29	747,4	6,0	11,5	8,7	4,6	11,8	8,2	»	9,4	9,5	9,8	10,1	0,3	8,54	93,5	»	20,0
30	735,6	7,4	11,0	9,2	7,1	11,3	9,2	»	9,4	9,9	10,1	10,1	0,8	7,74	87,0	»	20,0
Moy.	750,8	»	»	»	6,2	10,9	8,6	»	8,3	8,7	9,2	10,6	1,4	7,32	87,3	»	13,5

(1) Observatoire de Paris. — Toutes les autres observations ont été faites à Montsouris.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE CENTRAL. — Nov. 1872.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (1). Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	PLUIE. Terrasse (2).	Montsouris.	ÉVAPORATION.	VENTS. Direction et force.	Nuages.	NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	A+30,2	B+42,0	»	1,4	0,8	2,6	S fort.	SSO	0,8	Le soir, lueur aurorale au N.
2	29,5	42,5	»	0,1	12,3	2,6	SSO fort.	SO	0,7	Pluie.
3	25,4	43,0	»	10,7	0,5	3,6	O assez fort.	O	0,2	Belle après-midi.
4	30,4	41,4	»	»	0,5	1,7	SSO faible.	OSO	0,7	Rosée abondante.
5	32,7	42,3	»	5,5	5,9	0,9	SO modéré.	SO	0,7	Pluie.
6	37,4	41,9	»	0,3	»	1,4	SO modéré.	SO	1,0	Brume.
7	30,7	40,8	»	»	»	2,2	ONO faible.	OSO	0,2	Brume. Étoiles fil. vers min.
8	29,7	43,4	»	»	»	0,5	E, S faible.	SO	0,6	Brouillard très-intense.
9	31,1	41,6	»	0,2	5,6	0,5	SO faible.	SO	1,0	Brume. Pluie le soir.
10	31,0	41,5	»	5,3	1,5	1,5	O assez fort.	OSO	0,9	Pluie.
11	30,4	42,6	»	0,9	1,0	2,0	NO assez fort.	NNO	1,0	Pluie le soir.
12	30,0	43,5	»	0,8	0,1	2,9	N assez fort.	NE	0,9	Brouillard.
13	22,3	44,6	»	»	5,2	2,6	N assez fort.	ENE	1,0	Neige et pluie le soir.
14	30,2	42,1	»	6,8	4,9	0,6	O à ESE faib.	OSO	1,0	Pluvieux.
15	30,2	42,6	»	0,9	»	1,3	E à SSO faib.	ESE	0,9	Brume.
16	29,0	43,6	»	1,3	3,7	1,2	S fort.	S	1,0	Pluie.
17	28,7	42,7	»	2,2	9,2	0,9	SO modéré.	SO	1,0	Pluie.
18	29,7	42,2	»	8,5	20,8	1,3	OSO fort.	SO	0,9	Pluie torr. de 4 à 10 h. du soir avec vent violent d'O.
19	29,6	41,2	»	20,5	0,1	2,2	SSO modéré.	SO	1,0	Brume.
20	33,3	39,3	»	2,9	5,2	0,8	SSO faible.	SO	1,0	Pluie. Le soir, lueur aur. au N.
21	32,4	39,1	»	5,0	0,1	0,9	SSE faible.	SSO	0,6	Brume. Rosée le soir.
22	33,5	39,9	»	11,2	12,5	1,4	S modéré.	SO	0,6	Pluie dans la nuit du 21 au 22.
23	36,0	38,9	»	»	0,5	4,2	S assez fort.	S	0,9	Pluvieux.
24	27,2	41,4	»	0,7	0,1	1,5	S faible.	S	0,7	Brume. Rosée le soir.
25	31,0	40,5	»	0,7	1,8	3,3	S fort.	SSO	0,9	Pluv. Le soir, lueur aur. au N.
26	32,0	40,6	»	7,3	9,3	2,9	SSO fort.	SO	0,9	Pluie dans la nuit du 25 au 26.
27	31,1	41,2	»	»	8,9	1,9	SSO modéré.	SO	1,0	Pluie le soir.
28	32,2	40,4	»	9,2	1,4	2,1	SO assez fort.	SO	0,8	Lueur aur. au NO. Étoiles fil.
29	32,2	42,0	»	1,5	14,0	1,2	SSO assez fort.	SO	1,0	De 10h s. à mint, lueur aur. au N.
30	34,0	40,4	»	11,3	2,2	2,7	S fort.	SSO	0,9	Pluvieux.
Moy.	A+30,8	B+41,6	»	115,2	128,1	55,4			0,8	

(1) La position du zéro des instruments n'a pas encore été déterminée à l'aide des boussoles de déclinaison et d'inclinaison absolues.
(2) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire de Paris.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Novembre 1872.

Résumé des observations régulières.

	8h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°....................	750,81	750,96	750,79	750,36	750,31	750,27	750,05	750,52 (1)
Pression de l'air sec....................	743,64	743,62	743,33	742,99	742,94	743,06	742,78	743,20 (1)
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (fixe)..........	7,74	8,17	9,68	9,76	8,52	7,88	7,81	8,39 (1)
» (fronde).....	7,75	8,20	9,70	9,83	8,48	7,80	7,74	8,36 (1)
Thermomètre à alcool incolore........	7,64	8,04	9,57	9,67	8,37	7,76	7,73	8,27 (1)
Thermomètre électrique à 29m........	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'...	9,18	11,50	16,40	12,58	8,10	»	»	12,14 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T.....	8,78	10,90	15,52	12,06	8,10	»	»	11,65 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t..	8,25	9,49	12,51	10,79	8,10	»	»	10,22 (2)
Excès (T' — t)..........................	0,93	2,01	3,89	1,79	0,00	»	»	1,92 (2)
Excès (T — t)..........................	0,53	1,41	3,01	1,27	0,00	»	»	1,42 (2)
Température du sol à 0m,02 de profondr	7,92	8,06	9,07	9,22	8,56	8,16	7,94	8,31 (1)
» 0m,10 »	8,52	8,53	8,70	8,97	8,94	8,78	8,64	8,66 (1)
» 0m,20 »	8,69	8,70	8,72	8,84	8,85	8,83	8,81	8,77 (1)
» 0m,30 »	9,20	9,19	9,16	9,18	9,23	9,26	9,25	9,21 (1)
» 1m,00 »	10,60	10,60	10,61	10,60	10,60	10,58	10,57	10,59 (1)
Tension de la vapeur en millimètres...	7,17	7,34	7,46	7,37	7,37	7,21	7,27	7,32 (1)
État hygrométrique en centièmes......	89,1	88,8	81,7	80,1	87,0	88,6	90,1	87,3 (1)
Pluie en millimètres (jardin)..........	39,9	2,1	6,8	13,2	24,0	28,5	13,6	t. 128,1
Évaporation totale en millimètres.....	12,79	2,05	9,55	11,33	7,66	6,41	5,64	t. 55,43
Évaporation moy. diurne en millim...	0,43	0,07	0,32	0,38	0,25	0,21	0,19	t. 1,85
Inclinaison magnétique (3)....... B +	41',86	41',64	41',78	41',57	41',36	41',99	41',79	41',80 (1)
Déclinaison magnétique (3)....... A +	30,35	30,77	24,65	25,55	27,67	31,53	31,15	29,53 (1)

	o
Température moyenne des maxima et minima (salle méridienne de l'Observatoire de Paris).	»
» » (Montsouris)........................	8,6
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	8,7
Pluie en millimètres (terrasse de l'Observatoire de Paris)..................................	115,2
» (Montsouris, jardin)......................................	128,1
Évaporation totale du mois en millimètres..	55,4

Errata *aux observations d'octobre* 1872.

Page 1138, hauteur du baromètre à midi. Le 20, *au lieu de* 764,4, *lisez* 746,4.

---

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.
(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.
(3) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT DE L'INSTITUT informe l'Académie que l'Institut tiendra la première séance générale de 1873 le mercredi 8 janvier, et la prie de vouloir bien désigner celui de ses Membres qui devra la représenter, comme lecteur, dans cette séance.

GÉODÉSIE. — *Lettre de* M. LE MINISTRE DE LA GUERRE *à M. le Président, au sujet de l'entreprise d'une nouvelle détermination de la méridienne de France par le Dépôt de la Guerre.*

« La méridienne de France, déterminée par Delambre et Méchain, ne répond plus d'une manière suffisante aux exigences de la science moderne; elle contient des erreurs sensibles qui ont été signalées et mises en évidence, d'abord par les Ingénieurs-géographes du Dépôt de la Guerre, et, plus récemment, par les Astronomes de l'Observatoire de Paris.

» Ces erreurs se sont propagées dans toute l'étendue des grandes chaînes dont la méridienne a fourni les coordonnées fondamentales, et il en résulte que la triangulation française, entachée de discordances regrettables, a besoin d'être reprise en entier, ou, tout au moins, revisée dans les parties

reconnues défectueuses. D'un autre côté, la possibilité de prolonger un jour cette méridienne jusqu'aux confins du Sahara algérien impose à la France l'obligation de faire disparaître les moindres imperfections de la partie comprise entre Dunkerque et Perpignan; il importe, en effet, que le segment vraiment français du grand arc qui s'étendra entre les îles Shetland et le Sahara ne soit pas d'une précision inférieure à celle des segments anglais, espagnol et algérien, afin qu'il puisse concourir utilement à une détermination plus exacte de la forme de la Terre.

» A plusieurs reprises, le Bureau des Longitudes et l'Observatoire avaient émis le vœu que la méridienne de France fût entièrement revisée, ainsi que les chaînes principales du réseau français; mais il n'avait pas été possible au Dépôt de la Guerre, dominé par d'impérieuses nécessités, d'entreprendre l'exécution immédiate de ce grand travail de révision, et il avait dû, sinon abandonner, du moins ajourner des projets déjà anciens, souvent remis à l'étude par les colonels Coraboeuf, Hossard et Levret, et depuis longtemps mûris par de savantes méditations.

« Le capitaine Perrier ayant prouvé par une reconnaissance minutieuse, effectuée sur les lieux mêmes, qu'il était possible de relier directement l'Algérie avec l'Espagne et de réaliser un jour le vœu de Biot et Arago, le Bureau des Longitudes, fidèle à son origine et à ses plus illustres traditions, pensa que l'occasion était propice pour adresser une nouvelle demande au Dépôt de la Guerre. Cédant à cette haute intervention, M. le maréchal Niel, alors ministre, décida, en avril 1869, qu'une nouvelle détermination de la méridienne de France serait entreprise à partir de 1870, et désigna le capitaine Perrier pour diriger l'ensemble et surveiller tous les détails de cette opération, réservant pour l'avenir, lorsque les circonstances seraient favorables, tant en Espagne qu'en France, l'exécution du projet de jonction des deux continents.

» C'est donc pour la quatrième fois que la France est appelée à déterminer sa méridienne, et, comme en 1818, cette opération servira de base nouvelle à la révision des chaînes primordiales du réseau français. Il importe donc qu'elle soit exécutée avec tout le soin nécessaire et toute la précision que comporte l'état actuel de la science.

» L'officier qui est appelé à l'honneur de reviser l'œuvre de Delambre et Méchain est déjà connu de l'Académie par les nombreux travaux auxquels il a pris une part active ou qu'il a exécutés lui-même; par son âge, par la position qu'il occupe au Dépôt de la Guerre, il est désigné pour grouper autour de lui et pour former à la pratique de la Géodésie les

jeunes officiers qui seront chargés de parfaire la nouvelle triangulation française; l'opération qu'il a déjà commencée servira de modèle et comme de type aux opérations semblables à effectuer successivement le long de nos méridiens et de nos parallèles, et ne saurait manquer de produire, entre des mains aussi habiles, des résultats d'une grande valeur scientifique.

» Toutefois, malgré la confiance absolue que m'inspirent et le zèle et la science du capitaine Perrier, à cause de l'importance du but à atteindre et pour éviter toute cause d'imperfection dans la nouvelle triangulation française, sans parler de la convenance qu'il y aurait à relier le présent à un passé illustré par de grands noms et de glorieux souvenirs, j'ai pensé qu'il était utile d'appeler l'attention du monde savant sur les premières opérations de la méridienne. Si, en effet, l'exécution revient, de droit, au corps d'État-Major, qui est investi de l'attribution géodésique, et si la plus large initiative doit être laissée aux officiers qui en ont préparé les éléments, il importe que les voies suivies et les moyens employés par eux soient soumis à la discussion publique et à la haute appréciation des maîtres de la science française.

» Le Bureau des Longitudes, préalablement consulté, a émis une opinion favorable sur les instruments dont il a été fait usage, ainsi que sur les méthodes récemment importées au Dépôt de la Guerre et sur la précision des résultats déjà obtenus.

» L'Académie des Sciences devait être consultée à son tour, en dernier ressort; c'est elle qui a accompli les premières expéditions scientifiques destinées à faire connaître la forme de la Terre; c'est sous son patronage que des savants, choisis parmi les plus éminents de ses membres, Picard, les Cassini, La Caille, Delambre et Méchain, Biot et Arago, ont effectué les trois premières déterminations de la méridienne. Elle ne saurait se désintéresser des grandes opérations entreprises, et je serais heureux de recevoir d'elle quelques encouragements sympathiques à l'adresse des officiers qui se consacrent à la pratique laborieuse et délicate de la Géodésie.

» L'Académie entendra, dans une prochaine séance, une Communication personnelle faite par le capitaine Perrier; mais, afin qu'elle puisse se prononcer en toute connaissance de cause, j'ai l'honneur de vous envoyer, ci-joint, onze registres contenant la copie conforme des observations déjà faites sur onze points de la nouvelle méridienne, entre les Pyrénées et la montagne Noire, accompagnés des dessins nécessaires à l'intelligence d'une légende explicative. Chacun de ces registres est arrêté, *ne varietur*, comme

le seront tous ceux qui suivront d'année en année, afin que la *sincérité* des observations ne puisse être ni soupçonnée, ni altérée, dans le but de produire des concordances trompeuses.

» Je vous prie, Monsieur le Président, de vouloir bien les présenter à l'Académie, en lui demandant de nommer une Commission spécialement chargée de les examiner et de rédiger un Rapport, que je serais heureux de recevoir, sur l'ensemble des travaux déjà exécutés et sur le degré de précision avec lequel ils ont été accomplis. Le Dépôt de la Guerre accueillera avec reconnaissance les critiques et les conseils de l'Académie.

» Recevez, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération très-distinguée.

» *Signé :* DE CISSEY. »

Conformément au désir exprimé par M. le Ministre de la Guerre, une Commission spéciale sera chargée d'examiner l'ensemble des travaux relatifs à la nouvelle détermination de la méridienne de France par le Dépôt de la Guerre. Cette Commission comprendra les Membres des Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation, auxquels s'adjoindront les Membres du Bureau de l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Complément de la théorie physique du Soleil; explication des taches; par* M. FAYE.

« En rédigeant pour le prochain *Annuaire du Bureau des Longitudes* une Notice sur la constitution physique du Soleil, j'ai eu occasion de revenir sur le seul point de ma théorie qui ait été critiqué, savoir : la nature des taches, et d'examiner de nouveau les arguments que M. Spencer, en Angleterre, et M. Kirchhoff, en Allemagne, m'avaient opposés sur ce point. Je considérais alors, avec tous les astronomes, les taches comme des ouvertures pratiquées dans la photosphère lumineuse par des éruptions ascendantes; mais comme je remplaçais en même temps le fameux noyau obscur et froid, que Wilson et les deux Herschel attribuaient au Soleil, par une masse interne à l'état de fluidité gazeuse et à une très-haute température, j'attribuais tout simplement la noirceur du fond des taches au faible rayonnement des matières gazeuses.

» Mes savants contradicteurs, sans critiquer le reste de ma théorie qui est indépendante de la nature des taches, m'opposèrent aussitôt la loi générale qui relie pour tous les corps le pouvoir émissif au pouvoir absorbant;

ils me dirent que, à ces conditions-là, le noyau des taches ne saurait être obscur : à tout le moins on verrait par cette ouverture, et à travers la masse entière du Soleil, la région opposée de la photosphère.

» Cette difficulté, M. Kirchhoff croyait la lever, en Allemagne, par l'hypothèse des nuages solaires ; MM. Spencer, Balfourd Stewart, de la Rue, Lœwy, en Angleterre, par des courants descendant de l'épaisse atmosphère relativement froide qu'on mettait alors autour du Soleil. Je n'eus pas de peine à montrer que ces deux hypothèses étaient inadmissibles; et comme les taches étaient pourtant noires, en dépit de l'objection, je conservai mon sentiment, tout en me proposant de soumettre ultérieurement à un nouvel examen cette question, d'ailleurs secondaire dans ma théorie.

» Je pense être aujourd'hui en mesure de la faire disparaître et de présenter des idées sur la nature et l'origine des taches; et voici comment je raisonne.

» Il est certain que l'objection de M. Spencer, reproduite et développée par M. Kirchhoff, est fondée jusqu'à un certain point; l'intérieur des taches, si ce sont des lacunes dans la photosphère, doit être froid relativement, c'est-à-dire moins chaud que la couche où elles se forment. Il est donc impossible qu'elles proviennent d'éruptions ascendantes.

» D'autre part, ces taches ne sauraient être faites par des courants réguliers descendant en colonnes cylindriques de l'atmosphère du Soleil; j'avais prouvé que cette puissante atmosphère hypothétique n'existe pas; il y a à sa place, comme nous le savons maintenant, une mince couche agitée par des mouvements violents, et lançant ses flammes à une hauteur considérable. De plus, on voit ces matériaux retomber lentement, en s'éparpillant, sans former nulle part les colonnes descendantes admises par les savants anglais.

» Il y a donc là une sorte d'énigme; on ne peut en avoir le mot qu'en réunissant tous les détails connus sur les taches et en tâchant de les interpréter.

» Rappelons d'abord que la photosphère n'est nullement une enceinte continue : elle est formée d'une quantité innombrable de petits amas excessivement brillants, lesquels sont séparés par des régions relativement sombres. Ces petits amas sont dus à la condensation de courants de vapeur venant des profondeurs de la masse solaire. Il suffira donc qu'une cause quelconque vienne à écarter ces courants pour mettre à nu une région de la photosphère. Cette région présentera, par suite, un éclat bien moindre; mais nous n'aurons encore ni le noyau noir des taches, ni la pénombre.

» D'autre part, on voit les grandes taches tourner lentement sur elles-mêmes, dans le même sens que la rotation générale. D'où peut venir cette gyration, plus ou moins analogue à celle des tourbillons et des cyclones terrestres?

» Sur notre globe, les tourbillons se produisent dans les cours d'eau, lorsque des remous ou des courants de vitesses différentes se produisent dans un cours d'eau. Les tourbillons ou les grands cyclones de notre atmosphère paraissent être dus à une cause semblable; on les attribue au conflit ou à l'afflux en un même point de couches d'air animées de vitesses différentes (rotation terrestre). Or les zones successives de la photosphère présentent précisément dans leur rotation des différences de vitesse très-marquées, puisque de l'équateur au 45e degré de latitude la durée de la rotation passe de 25j,2 à 27j,7 (1). Si ces différences engendrent des tourbillons ou des cyclones dans la photosphère, ceux-ci auront l'allure et les caractères que nous constatons à première vue dans les taches.

» Voyons donc si l'assimilation se soutient dans les détails, et pour cela représentons-nous, sur une échelle convenable, un tourbillon à axe à peu près vertical, engendré dans la photosphère et pénétrant dans les couches inférieures jusqu'à une certaine profondeur. D'après mes recherches sur la parallaxe des taches, cette profondeur devrait aller de $\frac{1}{200}$ à $\frac{1}{100}$ du rayon solaire. Ils doivent s'évaser en entonnoir vers le haut, c'est-à-dire dans la couche photosphérique, exercer à la circonférence une action centrifuge, et produire à l'intérieur une sorte d'aspiration dépendant de la vitesse croissante de la gyration. Il résulte de là que les courants ascendants qui alimentent la photosphère, et qui tournent sur eux-mêmes dans le même sens, seront rejetés tout autour du tourbillon, et qu'à son orifice supérieur les grains lumineux de la photosphère seront écartés ou aspirés sans pouvoir se renouveler. L'orifice constamment circulaire, du moins dans le cas normal, se trouvera donc privé de l'éclat général de la photosphère. Les courants ascendants, ainsi déviés tout autour de l'axe du tourbillon, iront porter au delà de l'orifice leurs nuages de condensation; ceux-ci s'ajouteront aux amas brillants qui s'y forment d'ordinaire et augmenteront l'éclat de cette région. Voilà pour les facules dont les taches sont entourées.

(1) La vitesse linéaire varie du simple au double du 45e degré à l'équateur, c'est-à-dire de 1 à 2 kilomètres par seconde. Sur notre globe, cette vitesse varie seulement de 464 à 328 mètres par seconde. (*Comptes rendus*, t. LXIV, *Sur la loi de la rotation superficielle du Soleil*, 1867, p. 208-209.)

» A ce compte-là, la pénombre et le noyau noir ne sauraient se former. Mais en tenant compte de la puissance d'appel que les tourbillons exercent dans leur partie centrale, nous les verrons apparaître aussitôt. Ces tourbillons exercent dans le sens de l'axe une aspiration d'autant plus puissante que la gyration est plus rapide à l'intérieur. Elle est frappante dans les appareils mécaniques fondés sur ce genre de mouvements; elle est visible jusque sur le Soleil dans le mouvement qui entraîne au fond des taches les petits amas lumineux accidentellement détachés du bord de la photosphère. Cette aspiration s'exerçant sur les couches froides qui surmontent la photosphère, introduira donc, dans l'axe du tourbillon, un mélange de gaz et de matériaux refroidis jusqu'à une certaine profondeur. Ces matières, soumises à une pression croissante, mais relativement froides, exerceront leur pouvoir absorbant sur la lumière venue des régions inférieures, et produiront l'obscurité relative du noyau des taches (1). Je dis relative, car il ne faut pas oublier que ces noyaux, noirs par contraste, sont bien plus brillants que nos flammes les plus belles, peut-être même tout autant que la lumière éblouissante de Drummond.

» Voilà donc la réponse à l'objection de M. Spencer et de M. Kirchhoff, et voici en même temps l'explication de la pénombre. Depuis qu'on observe les taches avec des lunettes ou des télescopes à grande ouverture, grâce à l'oculaire polarisant de sir J. Herschel, ou aux ingénieux diaphragmes focaux de Dawes, on a constaté que les grains de riz de la photosphère prennent, dans les environs de la tache et surtout dans sa pénombre, une figure et des dispositions très-différentes. Autour de la tache, elles sont plus allongées, plus pressées, comme des brins de chaume d'inégale longueur; dans la pénombre, elles sont plus écartées au contraire, très-longues, sinueuses et tordues en divers sens, ce qui n'empêche pas qu'elles convergent généralement vers le centre de la tache, si celle-ci est tant soit peu régulière (Nasmyth, Dawes, Stone, Secchi). Or ces petits amas lumineux de la pénombre sont évidemment de la même nature que les grains de riz de la photosphère; mais une cause quelconque, et toujours la même, les a ainsi allongés considérablement.

» Cette simple réflexion nous conduit à penser que cela tient à la forme en entonnoir du tourbillon central : les courants ascendants rencontrent sur ses parois inclinées la température de condensation qu'ailleurs ils ne

(1) L'hydrogène lui-même, soumis à une certaine pression, donne en brûlant un spectre continu; il exercera donc aussi son pouvoir absorbant sur les rayons de toute réfrangibilité.

trouvent qu'un peu plus haut dans la couche limite de la photosphère; ils y déposent donc leurs nuages lumineux, et comme ils glissent là sur un plan incliné, au lieu d'un grain de riz, c'est une longue feuille de saule qu'ils y dessinent.

» Cet effet se produira tout autour du tourbillon jusqu'à la limite inférieure de l'abaissement local de température qu'il détermine autour de lui (1). Cependant la partie centrale du tourbillon peut descendre encore plus bas, mais sans produire un abaissement aussi notable de température; alors on voit dans le fond obscur de la tache quelques points lumineux dus à la même cause, mais plus rares, et au milieu ou un peu excentriquement, une tache ronde, encore plus noire que le reste; celle-ci marque la queue du tourbillon.

» Lorsque ce mouvement de rotation locale tend à s'épuiser, surtout à l'orifice, la couche de niveau de la photosphère l'envahit peu à peu de tous côtés, elle y amenant ses pailles lumineuses, puis ses grains de riz; la tache s'oblitère et se referme, laissant une facule à sa place. S'il arrive au contraire, dans une grande tache, que des gyrations parasites se produisent, de manière à former des tourbillons secondaires, la tache se décompose et se segmente. Le milieu ambiant reprend sa pression ordinaire entre les cônes voisins et tend à les écarter l'un de l'autre; l'ouverture unique se sépare en deux ou plusieurs entonnoirs entre lesquels la couche superficielle brillante s'avance en langues de feu qui se rejoignent et forment comme un pont entre les taches; pendant quelque temps encore, les tourbillons se gênent réciproquement et se repoussent jusqu'à ce que leur distance agrandie les rende indépendants l'un de l'autre. C'est ainsi, en effet, que les choses se passent sous nos yeux presque journellement.

» Ce qui favorise la formation de ces tourbillons, c'est le mouvement continuel des courants ascendants de la masse interne. Ces courants traversent un milieu où les inégalités de vitesse linéaires observées à la surface de la photosphère se reproduisent sur une très-grande épaisseur; ils doivent aussi tourner sur eux-mêmes. Dans toute la masse solaire règnent donc partout des mouvements tourbillonnaires, sauf à l'équateur et aux pôles. Ce sont là, en effet, les régions où les taches sont les plus rares. On en voit quelques-unes à l'équateur, jamais sur les deux calottes polaires.

(1) La pénombre pourrait ainsi se former non-seulement aux limites du tourbillon, mais un peu en dehors; elle ne présenterait alors que des signes peu appréciables de gyration.

» Quant aux grains de riz de la photosphère, leur figure caractéristique dérive naturellement de la direction un peu inclinée de ces courants partis des couches profondes où la vitesse linéaire de rotation est moindre qu'à la surface. S'ils n'affectent aucune tendance à une orientation commune, c'est qu'eux-mêmes ont de petits mouvements gyratoires particuliers, et ils y obéissent, sauf dans les facules autour des taches.

» Il resterait à examiner l'influence de la rotation générale sur ces gyrations partielles autour des verticales du globe solaire. Peut-être y trouvera-t-on la cause des mouvements oscillatoires qui font décrire lentement à certaines taches de très-longue durée de petites ellipses autour d'une position moyenne et dans le sens de la rotation.

» En revenant maintenant sur mes travaux antérieurs, je trouve qu'il n'y a à y changer que le mot *épaisseur de la photosphère*, employé parfois comme équivalent de profondeur des taches. Celle-ci est simplement la profondeur des tourbillons, ou plutôt de la région où chaque tourbillon transporte localement la température de la couche superficielle. Il en résulte encore que la profondeur d'une tache n'est pas aussi constante que je l'ai supposée dans mes calculs. En fait, je l'ai vue varier du simple au double et au delà; cependant mes calculs étant basés sur un grand nombre d'observations, comprenant un laps de temps considérable, les résultats moyens ne seront pas altérés sensiblement par cette fausse supposition, puisque les valeurs particulières de la parallaxe des taches oscillent autour d'une valeur moyenne sur chaque hémisphère, et que cette moyenne est la même au sud et au nord (1).

» Je me suis demandé souvent d'où venaient les flammes hydrogénées de la chromosphère, qui semblent être produites par de violentes et continuelles éruptions. Si cet hydrogène sort sans cesse de l'intérieur, comment se fait-il qu'il n'augmente pas depuis trente ans qu'on observe dans les éclipses des protubérances et même des traces de la chromosphère, et depuis trois ans que l'on suit celle-ci jour par jour? S'il n'est pas expulsé hors de la sphère d'activité du Soleil, il faut donc que, malgré sa légèreté spécifique et l'absence absolue de toute indication relative à des courants descendants, il rentre de quelque façon dans le corps du Soleil. On voit que cette rentrée s'opère par l'appel des taches qui, sans doute, abandonnent par leur orifice inférieur l'hydrogène qu'elles ont aspiré et lui permettent de se répandre dans les couches supérieures, d'où il remonte avec une extrême

(1) Environ 0,57 du rayon de la Terre.

vitesse, à cause de la haute température qu'il a acquise, pour s'élancer en jets plus ou moins inclinés dans l'espace presque vide qui surmonte la chromosphère.

» Ainsi l'explication des taches découle tout naturellement des mouvements intérieurs qui alimentent la photosphère. Ce ne sont ni des nuages refroidis et obscurs, ni des scories, ni des éruptions gazeuses venues de la masse interne, ni la perforation de la photosphère par des courants externes descendant verticalement : ce sont tout simplement des tourbillons analogues à ceux de nos cours d'eau, ou mieux à ceux de notre atmosphère, et se forment dans la photosphère elle-même par suite de son mode spécial de rotation. Et j'oserai presque ajouter que cette notion nouvelle n'est pas sans intérêt pour les physiciens, qui y trouveront peut-être des analogies instructives avec quelques phénomènes terrestres. Par exemple, la grêle ne serait-elle pas due à l'action de tourbillons supérieurs à la région des nuages orageux et cachés à nos yeux par ces nuages mêmes ? Ces tourbillons verticaux amèneraient l'air glacé et fortement électrisé des hautes régions jusque dans les couches basses où se condensent les nuages et d'où jaillissent les éclairs.

» Les théories antérieures qu'on a enseignées jusqu'ici, celles de Wilson, d'Herschel et d'Arago, et celle de M. Kirchhoff, étaient basées sur des hypothèses arbitraires en contradiction, soit avec les lois de la Physique, soit avec les faits observés ; elles n'expliquaient guère qu'un très-petit nombre de faits incomplétement connus et relatifs à la figure des taches, à leurs pénombres et à leurs facules. Celle que j'ai basée sur le jeu naturel des forces qui ont présidé à la formation du système solaire (Laplace) comprend désormais :

» Pour un Soleil quelconque :

» 1° La formation de la photosphère ;

» 2° Son alimentation forcée et son maintien aux dépens de la chaleur de la masse interne, malgré le peu de conductibilité des gaz et des vapeurs ;

» 3° L'énergie, la durée et la constance de la radiation ;

» 4° Les phénomènes qui accompagnent l'extinction des étoiles disparues.

» Pour notre Soleil en particulier :

» 5° La structure de la photosphère (grains de riz, brins de chaume, feuilles de saule, etc.) ;

» 6° La rotation spéciale de la photosphère ;

» 7° La production et la figure des taches, leur circularité générale, leurs pénombres et leurs facules; la grande variabilité de la plupart des taches, opposée à la longue durée de quelques autres;

» 8° La profondeur variable des taches;

» 9° Leur distribution héliographique;

» 10° Leurs mouvements en longitude et en latitude;

» 11° Leur gyration propre;

» 12° La grande régularité de leurs mouvements, sauf les cas de segmentation;

» 13° Leur segmentation et le mouvement temporaire en avant du segment antérieur;

» 14° La production des ponts lumineux et la disparition successive des parcelles photosphériques entraînées au fond des taches;

» 15° La tendance des taches à constituer des groupes;

» 16° La distribution des taches d'un même groupe dans le sens des parallèles;

» 17° La couleur rougeâtre du fond des taches ou les voiles rouges signalés par plusieurs astronomes dans leur cavité interne;

» 18° Les phénomènes d'absorption constatés par l'analyse spectrale dans les taches;

» 19° La pénétration et la circulation souterraine et toute locale des matériaux hydrogénés de la chromosphère et la liaison soupçonnée entre les protubérances et les environs de la tache;

» 20° L'injection fréquente dans la chromosphère de matériaux provenant de la photosphère.

» Voici les points qui ne sont pas encore suffisamment élaborés :

» 1° Influence de la rotation générale sur la gyration des taches;

» 2° Pourquoi les taches de longue durée sont-elles confinées de 8 à 30 degrés de latitude héliocentrique, et pourquoi les calottes polaires privées de taches commencent-elles au 51e degré de latitude?

» 3° Pourquoi la périodicité des taches et leur disparition presque complète à l'époque des minima?

» 4° Apparition de protubérances dans des régions privées de taches.

» Voici les hypothèses qui doivent disparaître définitivement :

» 1° Noyau obscur et froid du Soleil;

» 2° Première enveloppe de nuages réflecteurs située au-dessous de la photosphère;

» 3° Éruptions internes perçant cette première enveloppe et la photosphère, et donnant naissance aux taches;

» 4° Grande et puissante atmosphère analogue à la nôtre, au delà de la photosphère;

» 5° Réfractions régulières attribuées à cette vaste atmosphère;

» 6° Grands courants descendants formés dans cette atmosphère et venant percer la photosphère;

» 7° Grands courants allant des pôles à l'équateur ou de l'équateur aux pôles;

» 8° Vents alizés du Soleil;

» 9° Nuages obscurs du Soleil;

» 10° Scories noires voguant sur la photosphère. »

PHYSIQUE. — *Sur la distribution du magnétisme; par* M. JAMIN.

« Les physiciens ne connaissent guère qu'une seule classe d'aimants : ceux dont les intensités magnétiques croissent depuis le milieu jusqu'aux extrémités, et qui offrent deux pôles contraires, placés à petite distance de ces extrémités. Tels sont les aimants que Coulomb a étudiés dans un travail célèbre; mais ce ne sont pas les seuls qui soient réalisables : on peut aimanter une même lame d'une infinité de manières et lui donner deux pôles contraires et permanents placés où l'on veut.

» Pour y arriver, je prends une grande lame d'acier trempé, recourbée en fer à cheval, ayant 8 millimètres dépaisseur, 10 centimètres de largeur et 75 de longueur, depuis les extrémités libres jusqu'au talon. J'enveloppe les deux branches par une double hélice à spires opposées, qu'on peut faire glisser. Cette hélice est très-courte, elle n'a que 8 centimètres de longueur, de sorte que son action se fait sentir localement sur les points de l'acier qu'elle enveloppe, tandis qu'elle n'a pas d'effet sensible sur les parties éloignées d'elle.

» Si l'on dirige dans l'hélice un courant électrique et qu'on la fasse mouvoir d'avant en arrière un nombre déterminé de fois, dix fois par exemple, elle aimante les parties de la lame qui sont au-dessous d'elle, et y détermine deux pôles : l'un sur la première branche, l'autre sur la deuxième. Tous deux sont de noms contraires, et ils sont situés à la limite extrême des excursions de l'hélice vers les deux bouts libres de l'acier.

» On reconnaît aisément l'existence de ces pôles en versant de la limaille de fer sur l'aimant; mais il faut étudier avec précision la distribution ma-

gnétique obtenue par cette opération. A cet effet, la lame est placée horizontalement sur un chariot qui permet de l'avancer ou de la reculer. Audessus d'elle est suspendu, à l'un des plateaux d'une balance, un petit contact de fer doux de forme sphérique, qui vient adhérer au point de la lame placé au-dessous de lui. Les poids placés dans l'autre plateau mesurent la force nécessaire pour produire l'arrachement; mais comme ces poids subitement déposés produiraient des secousses et des perturbations dans la mesure, on a accroché au deuxième plateau un ressort en spirale, qui est prolongé par un fil de soie qui s'enroule autour d'un petit treuil. En tournant ce treuil, on tend le ressort progressivement jusqu'à l'arrachement, et une graduation facile à concevoir donne le poids équivalent à la tension de ce ressort.

» En étudiant les réactions magnétiques en chaque point des deux branches de l'aimant, et en construisant la courbe qui représente les poids d'arrachement, on trouve que les ordonnées, d'abord nulles à la ligne moyenne, croissent progressivement jusqu'à l'endroit où s'est arrêtée la spirale dans son excursion, pour décroître ensuite à peu près symétriquement, en marchant vers l'extrémité de l'aimant. Il y a donc un maximum magnétique et un pôle sur chaque branche; tous deux sont de sens contraire et situés sensiblement à la limite des excursions de la spirale.

» Supposons, par exemple, que la spirale ait été poussée jusqu'à 400 millimètres des extrémités, le pôle est à ce point; recommençons alors les mêmes frictions avec la même intensité de courant, mais en les prolongeant plus loin, jusqu'à 350 millimètres des bouts libres ; nous ne ferons rien que transporter la courbe magnétique sans la changer d'une manière sensible, le pôle sera placé à 350 millimètres, et l'on pourra continuer de le rapprocher des deux bouts et à le placer où l'on voudra en prolongeant les frictions. Il est clair que la quantité de magnétisme reste toujours la même, et distribuée de la même manière; sa place seule change et varie à volonté.

» Toutefois, dans ce transport de la courbe, la partie antérieure finit par rencontrer l'extrémité de l'acier et la dépasser; alors la forme de cette courbe change; mais on peut représenter très-simplement les modifications qu'elle éprouve en repliant la partie qui dépasse l'aimant sur celle qui la suit, et en ajoutant les ordonnées qui se superposent ainsi. On voit alors peu à peu croître le magnétisme à l'extrémité, et quand les frictions ont été prolongées jusqu'à cette extrémité, le milieu de la courbe y est arrivé; la partie repliée est égale à celle sur laquelle elle se replie, et les coordonnées

sont doublées partout. Elles diminuent de l'extrémité vers la ligne moyenne, et l'on se trouve à la limite, c'est-à-dire au cas des aimants que l'on considère habituellement et que Coulomb a étudiés. Cette sorte d'aimantation n'est donc qu'un cas particulier d'un phénomène beaucoup plus général.

» Ces diverses distributions s'obtiennent encore, mais avec une intensité moindre, quand on laisse la spirale immobile en une position déterminée. D'autre part, on peut les accentuer beaucoup en posant à plat sur l'aimant, perpendiculairement à la longueur des branches, un contact de fer doux, à la limite des excursions de la spirale, contact qu'on enlève après l'aimantation. Dans ce cas, les courbes magnétiques ont des ordonnées plus grandes; elles ont la forme de pics aigus dont le sommet est placé au point où était le contact, et où se limitaient les frictions. Mais, à cela près de l'aggravation des intensités, les courbes se transportent et se replient comme dans les expériences précédentes.

» Si, au lieu de produire les frictions de la ligne moyenne à un point plus ou moins rapproché des extrémités, on les fait depuis ces extrémités jusqu'à une limite marchant vers la ligne moyenne, on obtient une courbe magnétique dont le sommet est toujours aux extrémités libres, et une distribution qui est toujours celle des aimants ordinaires étudiés par Coulomb.

» J'ai maintenant à signaler un fait qui me paraît plus important. Quand on a aimanté dans un sens déterminé plusieurs lames d'acier et qu'on les superpose pour former un faisceau, elles perdent, après cette superposition, une grande partie de leur magnétisme. On peut alors les réaimanter, soit dans le sens primitif, soit dans le sens contraire; elles reprennent dans le premier cas leur intensité première, et une intensité beaucoup moindre dans le second. Cette différence persiste même après un grand nombre de réaimantations de sens alternativement contraires.

» Ceci me paraît démontrer que l'aimantation se développe d'abord superficiellement, mais qu'elle pénètre à l'intérieur des lames quand on les superpose, par suite de la répulsion que le magnétisme de chacune exerce sur celui des voisines. Une fois que cette pénétration s'est produite, elle persiste. Elle ajoute ses effets à une aimantation ultérieure de même sens, elle est contraire à toute nouvelle aimantation de sens opposé. D'où il suit qu'en répétant un grand nombre de fois les aimantations et les superpositions des lames dans le même sens, on finit par obtenir un faisceau plus puissant, ce qui a lieu en effet. C'est un point que je développerai dans une prochaine Communication. »

HYDROLOGIE. — *Deuxième Note sur la crue de la Seine;* *par* M. BELGRAND.

« Dans ma Note de lundi dernier, je disais que l'Yonne, le plus violent des affluents de la Seine, était restée jusqu'ici à un assez bas niveau, mais qu'il suffirait d'une seule grande crue de ce torrent pour faire passer la crue, qui s'écoule en ce moment à Paris, à l'état de débordement désastreux.

» Cette prévision s'est réalisée en partie : depuis lundi dernier, l'Yonne a éprouvé deux crues qui se sont combinées avec deux crues du Grand-Morin. Heureusement ces crues n'ont pas été très-élevées : la plus grande de l'Yonne est montée, à Clamecy, à $1^{m},90$ au-dessus du zéro de l'échelle (1).

» Ces deux crues ont déjà produit cinq jours de montée à Paris, et si la gelée n'arrête pas ses affluents, le fleuve continuera à croître jusqu'à mercredi. Lundi dernier, la cote du pont de la Tournelle était $4^{m},90$; aujourd'hui elle atteint $5^{m},70$; et, si nos prévisions se réalisent, le niveau du fleuve s'approchera, mercredi, de la cote 6 mètres, c'est-à-dire de la limite des crues désastreuses.

» Beaucoup de caves, à Paris, sont envahies par l'eau, sur les deux rives du fleuve, mais dans des conditions bien différentes : sur la rive gauche, la nappe d'eau des puits est, en général, à une grande profondeur, et la submersion des caves est due aux infiltrations des eaux de la Seine. Cette submersion cessera aussitôt que le niveau du fleuve se sera suffisamment abaissé. Sur la rive droite, la nappe d'eau des puits est à une petite profondeur; l'invasion des caves est due à son relèvement et peut persister longtemps après le retrait des eaux de la Seine. Ainsi, dans l'hiver de 1866 et 1867, des caves ont été envahies, comme cette année, par l'effet de crues persistantes, et ne se sont asséchées complétement que dans le cours de l'automne de 1867.

» *N. B.* — Jeudi dernier, par suite d'une circonstance dont il est inutile de parler ici, je n'ai pu corriger convenablement les épreuves de ma Note, et il y est resté plusieurs fautes graves que je dois indiquer ici.

» Page 1590, lignes 28 et 29, *au lieu de :* est égale à la montée de l'Oise à Vraincourt (Argonne), augmentée de la moitié de l'Aisne à Sainte-Menehould, *lisez :* est égale à la montée

(1) L'Yonne, à Clamecy, est montée, en 1866, à $3^{m},15$.

de l'Aisne à Sainte-Menehould, augmentée de la moitié de la montée de l'Aire à Vraincourt (Argonne).

» Page 1591, ligne 8 : 4 mètres, *lisez* 5 mètres.

» Tableau de la page 1591, *au lieu de* : 8 mai 1834, *lisez* : 8 mai 1836.

» Même tableau, *au lieu de* : 16 décembre 1834, *lisez* : 10 décembre 1836.

» Même tableau, *au lieu de* : 9 février 1834, *lisez* : 9 février 1839.

» Page 1592, ligne 20, *au lieu de* : $9^m,4$, *lisez* $9^m,04$. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur une météorite tombée dans l'île de Java, près Bandong, le 10 décembre 1871, et offerte au Muséum par M. le Gouverneur général de l'Inde néerlandaise;* Note de M. **Daubrée**.

« Son Excellence M. le Gouverneur général de l'Inde néerlandaise, M. Loudon, à l'obligeance duquel je m'étais adressé, afin d'obtenir un échantillon d'une météorite tombée dans l'île de Java, à Tjabé, district de Padangan, le 19 septembre 1869 (1), a bien voulu, non-seulement satisfaire à ce désir, mais encore m'offrir spontanément, et dans les termes les plus bienveillants, une autre météorite entière, tombée plus récemment dans la même île. En présence de cet acte de libéralité à l'égard de l'un de nos grands établissements scientifiques, l'Académie me permettra d'exprimer en sa présence des sentiments de satisfaction et de gratitude, auxquels elle voudra bien s'associer.

» L'envoi de M. le Gouverneur général était accompagné d'une Notice relative à cette météorite, rédigée par M. R. Everwijn, ingénieur en chef des mines de l'Inde néerlandaise.

» D'après les renseignements qui ont été recueillis par M. le Résident-Assistant de Bandong, D. Ples, sur la demande du Résident de la régence de Préang, la chute de cette dernière météorite a eu lieu le 10 décembre 1871, à $1^h 30^m$ après midi, aux environs du village de Bandong. Elle a été accompagnée des circonstances ordinaires. A la suite de trois détonations étranges, on a recueilli six pierres qui incontestablement avaient été apportées dans ce phénomène.

» La plus grosse fut rencontrée sur un champ de riz du village Gœmoroeh, touchant à la résidence de Bandong; elle avait pénétré obliquement dans le sol jusqu'à une profondeur d'un mètre. La deuxième et la troisième, par ordre de grandeur, furent rencontrées dans des rizières, aux

(1) L'examen chimique de cette météorite a été fait, par M. Von Baumhauer, et publié dans les *Archives néerlandaises de Haarlem*, t. VI, 1871.

environs de Babakan Djattie, à 1500 mètres du village Tjignelling, et à peu près à 2200 mètres ($1\frac{1}{2}$ pool) au sud-ouest du village Babakan Djattie, c'est-à-dire à environ 3700 mètres de la première. Les trois principales de ces pierres ont respectivement des poids de 8 kilogrammes, $2^{kg},24$ et $0^{kg},68$; tandis que les trois plus petites ne pèsent ensemble que 150 grammes.

» C'est la deuxième en dimension que M. le Gouverneur général a bien voulu choisir pour nous l'envoyer, et que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. Sa forme est celle d'un fragment irrégulier, dont les arêtes sont émoussées. La croûte noirâtre qui l'enveloppe complétement est terne. La surface naturelle de cette météorite présente de nombreuses cavités de dimensions diverses ayant grossièrement la forme de fragments de sphéroïdes.

» Ces cavités, ainsi que celles du même genre que l'on remarque si souvent à la surface des météorites, paraissent dues à l'enlèvement d'esquilles de la roche, comme si elles résultaient d'un éclatement produit par l'application d'une chaleur brusque et intense, qui serait survenue avant que la croûte noire, produite hors de l'incandescence dans l'atmosphère, s'étende à la surface de ce corps. Il paraît naturel d'y voir l'effet d'une décrépitation analogue à celle que j'ai constatée sur des échantillons de quartzite, etc., en dirigeant sur leur surface le dard d'un chalumeau à gaz oxygène et hydrogène (1).

» La cassure fait reconnaître une masse lithoïde dont la teinte générale est d'un gris pâle. Dans cette croûte lithoïde, qui est formée de silicates, on distingue des grains à éclat métallique de trois aspects distincts : les uns, d'un gris de fer, consistent en fer nickelé; d'autres, d'un jaune de bronze, prenant une teinte bleue ou violacée par une irisation superficielle, sont du sulfure de fer; d'autres, enfin, noirs et résistant complétement à l'action de l'acide chlorhydrique concentré, consistent en fer chromé. L'examen d'une plaque mince, vue par transparence au microscope, montre que la partie lithoïde est entièrement cristalline, et à grains fins; ces grains sont transparents et très-fendillés. Cette météorite appartient à la famille la plus répandue (sporadosidères, section des oligosidères).

» La météorite de Bandong, d'après une analyse faite à Java par M. le Dr Vlaanderen, qui a trouvé sa densité égale à 3,519, contient :

---

(1) *Annales des Mines*, 5e série, t. XIX, p. 29; 1861.

a) Soluble dans l'acide chlorhydrique 60,17 pour 100.		*b*) Insoluble dans l'acide chlorhydrique 39,83 pour 100.	
Soufre	2,13		
Fer	4,95		
Nickel	1,03		
Cobalt	0,14	Fer chromé	4,41
Oxyde manganeux	0,12	Oxyde de manganèse	traces
Oxyde ferreux	16,8[illegible]	Peroxyde de fer	4,30
Magnésie	12,[illegible]	Magnésie	0,43
Chaux	0,30	Chaux	0,76
Potasse	0,89	Potasse	0,18
Soude	0,70	Soude	1,49
Alumine	1,43	Alumine	2,53
Silice	17,25	Silice	20,40
	58,83		39,50

» L'auteur de l'analyse propose de grouper ces éléments comme il suit :

Fer nickelé	2,81
Sulfure de fer	5,44
Fer chromé	4,41
Péridot	47,26
Augite	20,98
Minéral feldspathique	17,00
	97,90. »

CHIMIE. — *Recherche du brome et de l'iode dans les phosphates calcaires; par* M. Fréd. Kuhlmann.

« La découverte des riches gisements de phosphate de chaux dans les départements du Lot et de Tarn-et-Garonne a été pour notre agriculture une précieuse conquête; bientôt toutes les régions de la France, depuis les Alpes-Maritimes jusqu'aux Ardennes et à l'Artois, seront dotées d'éléments de fertilisation dont la Chimie et la persévérance de quelques habiles agronomes et de quelques ardents vulgarisateurs ont fait adopter l'emploi devenu déjà si important en Angleterre et en Allemagne.

» L'attention des géologues sur la formation de ces phosphates a donné lieu à plusieurs hypothèses.

» Les opinions émises par M. Élie de Beaumont et que partage M. Daubrée attribuent les dépôts de phosphate calcaire concrétionné, comme ceux du Lot, à des sources thermales, tandis que, d'après d'autres géologues, et

notamment M. le Dr Fitton, le phosphate calcaire serait principalement dû à l'accumulation prolongée de débris d'animaux qui auraient été en partie dissous par l'acide carbonique en dissolution dans l'eau, et déposés lentement sous forme de concrétions.

» Sans vouloir traiter dans son ensemble une question scientifique aussi controversée et qui a fixé l'attention de nos plus grands géologues, j'ai cru qu'il importait de signaler les faits qui peuvent jeter quelque lumière sur cette formation.

» Ayant substitué du phosphate de chaux des environs de Montauban à une partie des phosphates de diverses origines qui, dans mes usines, sont transformés en phosphate soluble, désigné dans le commerce sous le nom de *superphosphate*, j'ai remarqué un phénomène qui ne pouvait échapper à tout fabricant qui attaque le phosphate de cette nouvelle provenance par l'acide sulfurique : c'est qu'au moment du mélange, il se produit une vapeur violette, facilement reconnaissable pour de la vapeur d'iode. J'ai dû supposer que la présence de l'iode dans les phosphates naturels était particulière aux phosphates du Lot et de Tarn-et-Garonne, car aucune trace de vapeur d'iode ne s'était jamais manifestée dans mes ateliers en même temps que la vapeur d'acide fluorhydrique, assez abondante pour incommoder les ouvriers chargés d'effectuer le mélange, qui se produit dans le traitement des apatites de l'Estramadure et des phosphates des Ardennes et de plusieurs contrées d'Amérique. Les *Éléments de Minéralogie* de C.-F. Naumann (8e édition, publiée en 1871, p. 256), indiquent, il est vrai, qu'à Staffel, près Limbourg, on trouve des masses mamelonnées d'un vert pâle, de phosphate calcaire, espèce particulière appelée staffélite, par Stein, et que celle-ci contient au delà de 9 pour 100 de carbonate de chaux, avec un peu d'eau et des traces d'iode (Spuren von Iod). M. Daubrée signale, de son côté, la présence de l'iode dans la phosphorite du Lot; elle y a été reconnue à Chauny par M. Fremy.

» Cette observation, en ce qui concerne l'iode, pourrait passer inaperçue, si elle ne tendait à établir un caractère général pour les divers phosphates naturels, et à faire supposer que l'origine de l'iode de ces composés pourrait bien être la même que celle qui amène ce corps dans l'eau de la mer, et par suite dans les plantes marines. J'ai été conduit ainsi à m'assurer si, dans les phosphates naturels, l'iode était accompagné de brome.

» Comme il s'agissait de rechercher des quantités même minimes de brome, je dus opérer sur une assez grande quantité de phosphate et je fis,

en conséquence, attaquer par son poids d'acide sulfurique (60 degrés, 1,712 de densité) 5000 kilogrammes de ce phosphate dans un four à décomposer le sel marin, muni de ses appareils de condensation. Les produits obtenus par la condensation des vapeurs, soit de la chaudière, soit du four à calciner où s'achève l'opération, furent soigneusement recueillis. C'est dans ces eaux de condensation, saturées par la potasse avec addition d'un peu de chaux pour obtenir la séparation de l'acide fluorhydrique ou fluosilicique, que j'ai cherché à isoler successivement l'iode et le brome. Je fis agir le chlore gazeux sur ces liquides après concentration et séparation par cristallisation d'une grande quantité de chlorure de potassium et de sulfate de potasse. Je dis sulfate de potasse, car, lorsque le superphosphate formé dans les chaudières subit l'action du four à calciner, l'acide sulfurique du sulfate de chaux produit est en partie chassé par l'acide phosphorique du superphosphate, qui perd ainsi une partie de sa solubilité, par une sorte de retour vers la composition primitive du phosphate naturel.

» L'action du chlore sur les eaux mères les colorait fortement en brun, et, si le courant de chlore était prolongé, la liqueur redevenait presque incolore par la formation du perchlorure d'iode.

» Après avoir arrêté l'action du chlore à l'époque où l'eau mère avait atteint le maximum de coloration, on agita le liquide avec de l'éther et l'on obtint une dissolution éthérée d'un rouge grenat très-foncé; l'éther, séparé du liquide presque décoloré, fut ensuite agité avec une dissolution de potasse caustique qui devait se charger de l'iode et du brome, en admettant leur existence simultanée.

» Après évaporation à sec du liquide alcalin, on y ajouta de l'acide sulfurique; on obtint aussitôt des vapeurs violettes abondantes. L'iode cristallisa en grande partie dans le col de la cornue.

» On sait combien il est difficile de constater la présence de faibles quantités de brome dans des masses considérables d'iode. Mais j'acquis la conviction de l'absence presque absolue du brome dans nos produits, en mettant à profit le procédé de M. Bouis, qui consiste à traiter les sels alcalins obtenus par l'action de la potasse caustique sur la liqueur éthérée, par du perchlorure de fer, avec addition d'un peu de protochlorure. En faisant bouillir pendant plusieurs heures ce mélange, et ajoutant de l'eau au fur et à mesure de l'évaporation, la totalité de l'iode est entraînée par la vapeur d'eau, et le liquide retient le brome s'il en existe. Sa présence est révélée par l'action du chloroforme ou du sulfure de carbone qu'on

met en contact avec le liquide débarrassé d'iode, filtré, rendu légèrement acide, et chargé d'un peu de chlore.

» Ces dernières expériences, faites dans le laboratoire de M. Balard, et sous ses yeux, me confirment dans l'opinion qu'il n'existe que des traces presque inappréciables de brome dans les phosphates soumis à l'expérience.

» Les géologues attacheront quelque intérêt à la présence dans certains phosphates de quantités d'iode telles, qu'il y a lieu d'examiner si, dans le traitement des phosphates du Lot, ce produit ne pourra pas être extrait industriellement avec quelque chance de succès.

» Tout faisait, à ce sujet, espérer d'arriver à cette conclusion dans le traitement des phosphates dans les fours à décomposer de nos soudières, puisqu'il n'était fait aucune dépense importante en dehors d'un peu de combustible. Mais la réaction, à la température élevée des fours à calciner, du superphosphate sur le sulfate de chaux après sa formation, me fait craindre qu'il ne soit difficile d'arrêter le chauffage au point où cette transformation commence, sans sacrifier une partie de l'iode. En effet, l'iode était aussi abondant dans les eaux de condensation provenant des fours à calciner que dans celles provenant des chaudières. Je ne considère cependant pas cette difficulté comme insurmontable, l'iode étant un produit dont la valeur est devenue excessive depuis que ses emplois se sont multipliés et sont devenus de plus en plus considérables. »

M. **Tresca** fait hommage à l'Académie de la collection imprimée des procès-verbaux des réunions générales de 1872, tenues par la Commission internationale du mètre.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours dit « des Arts insalubres », pour l'année 1872.

MM. Chevreul, Morin, Boussingault, Dumas, Peligot réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Rolland, Bouley.

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à la nomination d'une Com-

mission qui sera chargée de juger le Concours du prix Barbier, pour l'année 1872.

MM. Bussy, Cloquet, Cl. Bernard, Bouillaud, Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Robin, Nélaton, Andral, Sédillot.

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Nouvelle détermination de la méridienne de France;* Note de M. F. Perrier.

« Ce n'est ni à la mesure des bases de Melun et de Perpignan, ni à la latitude de départ, ni à l'azimut fondamental de la carte de France qu'il faut attribuer les erreurs de notre méridienne : elles proviennent presque en totalité d'erreurs commises dans la mesure et la réduction des angles, et masquées par des compensations fortuites. C'est pourquoi il est indispensable de mesurer de nouveau tous les angles de la chaîne comprise entre Dunkerque et Perpignan.

» L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sort des ateliers de la maison Brünner. C'est un théodolite réitérateur, d'une simplicité extrême, dépourvu de limbe vertical et uniquement propre à la mesure des azimuts. Il se compose essentiellement d'un axe en bronze faisant corps avec le pied et autour duquel, grâce à une disposition ingénieuse, peuvent tourner librement ou être assujettis, dans des positions invariables et d'une manière absolument indépendante, le cercle divisé et l'alidade qui porte la lunette, l'index et les quatre microscopes.

» Le cercle porte une graduation centigrade, de 10 en 10 minutes, et a 42 centimètres de diamètre. Deux tours et demi des vis des microscopes équivalent à l'intervalle de deux traits consécutifs, et les tambours sont divisés en cent parties égales.

» L'objectif de la lunette a 53 millimètres d'ouverture libre et environ 62 centimètres de foyer. A l'oculaire est adaptée une vis micrométrique dont le tambour est divisé en cent parties égales, et qui fait mouvoir le réticule formé par quatre fils figurant un petit carré au centre duquel on pointe les images des objets visés.

» La distance angulaire des deux fils verticaux est de 88",96, mesurée par 16,88 parties du tambour. Chaque partie du tambour équivaut à

$0^{\circ}0005''$,27. Cette disposition, qui est toute nouvelle dans les instruments de Géodésie et que j'ai appliquée d'après les conseils de M. Villarceau, fournit à l'observateur l'immense avantage de pouvoir pointer plusieurs fois un même objet pour une seule lecture effectuée sur le limbe, et, par suite, d'atténuer considérablement l'erreur du pointé.

» Les divisions sont éclairées par les miroirs paraboliques des microscopes, qui renvoient sur le limbe la lumière diffuse du zénith brisée à angle droit par des prismes à réflexion convenablement placés.

» La pince, avec vis de rappel, est pourvue d'un ressort à boudin, ce qui permet de pointer indifféremment dans un sens ou dans l'autre. Un niveau à bulle d'air et des galets en acier trempé complètent l'instrument.

» J'ai adopté pour points de mire les signaux solaires : l'héliotrope que j'emploie se compose d'une glace argentée ayant 1 décimètre carré de surface et montée sur un système de deux axes rectangulaires, de manière à prendre toutes les inclinaisons possibles autour de son centre invariable et à renvoyer la lumière du Soleil dans une direction quelconque. En chaque station, deux soldats sont chargés de manœuvrer un miroir. Je transmets mes ordres, à distance, à chaque groupe au moyen d'un alphabet particulier de télégraphie optique. L'apparition de deux miroirs au point où je me trouve fait connaître que les observations sont terminées.

» A chaque station, le centre est repéré par un cylindre en cuivre scellé dans une borne qui est noyée dans une maçonnerie de fondations. Au-dessus de la borne s'élève un pilier en briques cimentées, de 1^{m},10 de hauteur, sur la face supérieure duquel je projette le centre de la station. Deux circonférences, de 0^{m},265 et 0^{m},085, sont tracées autour du point ainsi obtenu, et c'est sur elles que viennent se poser les pointes des vis calantes du cercle azimutal pendant les observations, ou les pointes de l'héliotrope pendant le fonctionnement des miroirs. J'évite ainsi toute erreur de centre.

» Autour du pilier se dresse une baraque-observatoire pourvue d'un plancher indépendant ; une large glace dépolie, dressée bien horizontalement, projette sur les prismes réflecteurs de la lumière zénithale blanche.

» Lorsqu'il faut s'élever à de grandes hauteurs, le pilier est remplacé par une tour entourée d'un échafaudage avec chambre ; dans ce cas, le miroir central est orienté de manière à renvoyer dans la direction qui convient les rayons réfléchis sur lui par un autre miroir établi à l'extérieur, du côté du Soleil ; c'est donc par une double réflexion qu'on illumine l'observateur en station.

» J'opère par voie de réitération; l'une des directions du réseau est prise comme direction initiale et tient lieu du *refering point* des officiers anglais. A chaque station, le nombre *minimum* des tours d'horizon est fixé à 20, correspondant à des origines équidistantes et effectués alternativement dans les deux positions de la lunette, et pour les deux sens du mouvement qu'on peut imprimer à l'alidade. La concordance des lectures faites sur le même miroir à l'origine et à la fin de chaque tour indique qu'il n'y a pas d'entraînement du limbe à craindre. J'observe aussi les directions supplémentaires. Les lectures sur le limbe sont corrigées de l'inclinaison de l'axe de rotation de la lunette, de l'erreur des microscopes, et sont ramenées au V_0, ou point de la vis pour lequel la collimation de l'axe optique est nulle.

» J'ai trouvé, par un grand nombre d'observations, que l'erreur moyenne de la moyenne des lectures des quatre microscopes est égale à 0",67, et que l'erreur moyenne de la moyenne de neuf pointés effectués avec la vis micrométrique oculaire est de 0",58. Par vingt réitérations, l'erreur systématique de division est éliminée, l'erreur de lecture et l'erreur de pointé sont réduites chacune à 0",14; si l'on considère que ni les erreurs de centre ni les erreurs des phases ne sont à craindre, que les erreurs d'axe optique sont compensées par le retournement de la lunette, que les pinces assurent la fixité des pointés, on voit que, grâce aux dispositions prises, à l'instrument employé et à la méthode dont je fais usage, les résultats obtenus devraient être bien près de la perfection. C'est l'atmosphère qui est l'unique cause des erreurs qui subsistent dans nos observations; aussi me suis-je imposé la condition de n'observer que par des temps très-favorables, au moment du calme des images, et, autant que possible, à des jours différents, et de proscrire toute direction rasant le sol.

» Les opérations, commencées en 1870, à la partie australe de la méridienne, ont été interrompues par la guerre, puis reprises en 1871 et continuées en 1872, avec le concours de MM. les capitaines Penel et Bassot. Elles sont actuellement poussées jusque dans le voisinage du parallèle de Rodez.

» A Espira, Tauch, Alaric, Nore-Pic, Saint-Pons, Cambatjou, Puy-Saint-Georges, La Garte, nous avons retrouvé les bornes des géographes substituées aux piquets de Méchain. La borne de Montredon avait disparu; celles de Bugarach et Montalet étaient en place, mais les centres ne sont pas identiques avec ceux de l'ancienne méridienne. A Carcassonne, j'ai remplacé la tour de Saint-Vincent par le pilier de la station astronomique

de Gougens. Enfin, à Forceral et au Canigou, j'ai pris pour centres les repères de Coraboeuf, déjà adoptés par les officiers espagnols; le côté Forceral-Canigou est donc le côté de contact de la nouvelle méridienne et de la nouvelle triangulation espagnole.

» Les deux repères de la base de Perpignan ont été découverts et retrouvés intacts. J'ai fait restaurer les petits monuments élevés par Coraboeuf, et, afin de leur donner une apparence plus respectable, je les ai fait surmonter de petites colonnes de fonte.

» Des observations complètes, consignées dans les registres présentés à l'Académie, ont été faites à onze stations de la nouvelle méridienne. L'erreur probable d'une direction quelconque est plus petite que 0″,9 (centésim.); le calcul des excès sphériques montre que l'erreur probable de la somme des trois angles d'un quelconque de nos triangles est réduite à 0°0001″,7. Ces résultats paraissent très-satisfaisants.

» La comparaison des valeurs obtenues par Méchain et par nous pour les angles et pour les longueurs des côtés communs révèle des discordances qui feront plus tard l'objet d'une discussion détaillée; on peut cependant, dès aujourd'hui, affirmer qu'il n'y a pas d'erreur considérable commise entre les Pyrénées et la Montagne-Noire dans l'ancienne méridienne.

» Malgré les discordances constatées et grâce aux compensations d'erreurs, la longueur que nous avons trouvée pour le côté Tauch-Alaric (cinquième triangle à partir de la base) ne diffère de celle de Méchain que de 4 centimètres; et pour le côté Nore-Pic-Saint-Pons appartenant au huitième triangle, et qui sera la base de départ dans les opérations de 1873, la différence est de 14 centimètres, ou $\frac{1}{200000}$ environ de la longueur du côté. Il y a presque identité entre nos résultats et ceux de Coraboeuf pour les angles et les côtés communs à la nouvelle méridienne et à la chaîne des Pyrénées.

» J'ai calculé les coordonnées astronomiques en prenant pour éléments de départ, observés directement par M. Villarceau, la longitude et la latitude de Gougens et l'azimut de Nore-Pic déduit de l'azimut de Farjeaux sur l'horizon de Gougens; mais les travaux ne sont pas encore assez avancés pour qu'on puisse en tirer aucune conclusion.

» Le but principal de ma Communication sera atteint et les intentions de M. le Ministre de la Guerre auront été remplies si j'ai prouvé à l'Académie que les géodésiens du Dépôt de la Guerre, en appliquant un perfectionnement important dans les cercles azimutaux, et adoptant les nouvelles méthodes d'observation et de calcul, peuvent rivaliser avec leurs émules

des grandes armées européennes dans la carrière des entreprises géographiques où la France a si longtemps occupé le premier rang.

» Pour nous, qui avons l'honneur d'être appelé à reviser le travail de Delambre et Méchain, nous ne saurions nous dissimuler ni les difficultés matérielles de notre tâche, ni surtout les obligations qui nous sont imposées par le souvenir des savants illustres dont nous reprenons l'œuvre. Ces difficultés mêmes et ces souvenirs sont pour nous le plus actif et le plus salutaire des stimulants. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie, au nom de la Commission du *Phylloxera*, deux Mémoires, accompagnés de cartes et de documents à l'appui, et qui lui ont été adressés, l'un par M. *Duclaux*, l'autre par M. *Max. Cornu*, auxquels elle a donné la mission d'étudier le fléau sur les lieux mêmes. La Commission demande à l'Académie la permission de lui présenter, très-prochainement, un Rapport à leur égard.

M. le Président exprime à M. le Secrétaire perpétuel l'intérêt avec lequel l'Académie entendra ce Rapport, sur un sujet qui intéresse, à un si haut degré, la prospérité d'une partie de la France.

Voici les extraits des Mémoires de M. Duclaux et de M. Cornu :

VITICULTURE. — *Sur la maladie de la vigne dans le sud-est de la France; par* M. E. Duclaux.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats auxquels j'ai pu arriver cette année, en remplissant la mission qu'elle avait bien voulu me confier, d'étudier la nouvelle maladie de la vigne dans le sud-est de la France. Je me suis proposé, selon les instructions de la Commission, d'éclairer, autant que possible, le passé de la maladie, en réveillant sur les lieux les souvenirs des habitants, en consultant et commentant les trop rares documents qui existent sur ce sujet.

» J'avais, pour atteindre ce but, deux choses principales à faire : je devais, d'abord, chercher à suivre, d'année en année, la marche du fléau, de façon à pouvoir tracer sur une carte les progrès de son envahissement. Les huit cartes que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie indiquent, avec autant de précision qu'il est possible d'en mettre dans un pareil sujet, les surfaces atteintes par le *Phylloxera* à la fin de chacune des

années qui se sont écoulées depuis sa première apparition, en 1865, sur le plateau de Pujaut, aux environs de Roquemaure (Gard). Les taches rouges, sans cesse grandissantes, par lesquelles j'ai indiqué les régions attaquées, n'ont aucune relation avec le degré d'intensité de la maladie; car, sur les territoires qu'elles recouvrent, tout n'est pas vigne, et toutes les vignes ne sont pas également atteintes. Mais elles représentent l'invasion en surface, donnent une idée de sa puissance d'expansion, et, si la première est presque imperceptible, la dernière, celle qui recouvre la région colonisée par le *Phylloxera* à la fin de 1872, embrasse une superficie de plus d'un million d'hectares.

» Une fois cette carte physique de l'invasion tracée, j'avais à profiter des faits qu'elle pouvait mettre en évidence, et, en outre, de tous les renseignements oraux et écrits que je pourrais recueillir, et qui, je dois le dire, ont été fournis au délégué de l'Académie avec une complaisance et une libéralité parfaites (1), pour essayer de tracer l'histoire physiologique de l'invasion, et tâcher de faire la part des circonstances qui avaient pu influer sur sa vitesse d'extension ou la profondeur de ses ravages. Je n'ai pu, naturellement, aborder, dans toute son étendue, ce problème complexe et difficile, mais j'ai tenté d'en dégager les premiers linéaments, en cherchant combien d'éléments devaient intervenir dans sa solution, et dans quelle mesure.

» J'ai trouvé que tous les faits connus peuvent recevoir une interprétation simple, en la considérant comme une résultante de quatre influences principales : celle de l'insecte et celle de la vigne, qui étaient à prévoir ; celle de l'état physique du sol, et enfin celle des conditions climatériques, parmi lesquelles la plus importante est le caractère plus ou moins pluvieux de l'hiver, et spécialement des mois d'octobre et de novembre. Ce sont ces quatre influences que j'examine successivement dans mon Rapport.

» A propos du *Phylloxera*, je laisse de côté tout ce qui se rapporte à son histoire, et qui sera abordé dans le Rapport de mon collègue, M. Cornu. J'étudie seulement la façon dont il envahit les racines, ses deux modes de pérégrination, souterraine et superficielle, puis sa manière de se comporter en présence de l'eau. Sur ce dernier point, très-controversé, j'arrive, en discutant les documents et les faits que j'ai pu observer, à cette conclusion, que de courtes pluies ou de légers arrosages ont pour principal effet de chasser le puceron des racines superficielles sur des racines d'autant plus

(1) Je dois, sous ce point de vue, des remercîments tout particuliers à MM. Planchon et Lichtenstein.

profondes que le sol est plus perméable et s'imbibe mieux. Elles rendent donc quelquefois total l'envahissement qui jusque-là n'était que partiel, et l'on s'explique ainsi pourquoi, dans certaines circonstances, les ravages du *Phylloxera* semblent être accélérés par les pluies. C'est seulement lorsque l'eau arrive en grandes masses, et sous pression, comme dans les inondations, qu'elle pénètre le sol et peut alors tuer l'insecte jusque dans ses retraites les plus cachées ou les plus profondes.

» Quant à la vigne, elle n'intervient que faiblement par la nature de son cépage, dont aucun n'est absolument à l'abri des atteintes du *Phylloxera*. Il n'y a sur elle à remarquer que la force de résistance qu'elle puise quelquefois dans la profondeur, l'étendue, le bon état de son système radiculaire, dans la facilité avec laquelle elle pousse, pour peu qu'on l'y provoque, de nouvelles racines adventives, qui, n'étant généralement pas envahies tout de suite, peuvent la nourrir ou au moins la soutenir pendant une ou deux années.

» Ces éléments de résistance sont surtout fournis à la vigne par la constitution chimique du sol; mais celui-ci peut intervenir encore en sa faveur d'une autre manière, par la résistance physique, plus ou moins grande, qu'il oppose à la pénétration ou à la marche souterraine de l'insecte.

» A ce point de vue, les conclusions théoriques auxquelles amène l'étude physique des sols, sous leurs divers états, se réduisent à ceci : les terrains argileux, qui sont glissants et gras lorsqu'ils sont humides, qui se fendillent fortement, transversalement et autour des racines quand ils sont secs, qui se laissent difficilement traverser par les pluies de courte durée, sont ceux où le puceron pénètre le plus facilement, et dans lesquels il fait dans le moins de temps le plus de ravages. Puis, viennent les terrains calcaires. Les terrains sablonneux, qui sont constamment bien tassés, seront les mieux préservés. Toutes choses égales d'ailleurs, les terrains les moins profonds seront les plus rapidement atteints.

» Ces conclusions sont entièrement d'accord avec les faits. Les terrains sablonneux restent quelquefois florissants au milieu d'un pays ravagé, comme par exemple en Vaucluse. Les terrains argileux, même profonds, sont au contraire fortement attaqués. Mais, ce qu'il y a de singulier, c'est que de faibles quantités d'argile en plus ou en moins, ou de sable en moins ou en plus, suffisent quelquefois pour communiquer à deux sols, de compositions très-voisines, pris quelquefois dans un même champ, des forces de résistance très-différentes à la pénétration de l'insecte. J'en cite dans mon Rapport plusieurs exemples, et j'explique ainsi un certain nombre de faits qui avaient paru surprenants, ou avaient été rapportés à des causes tout autres.

» Ces résultats sur la vitesse d'envahissement des divers terrains une fois connus, je m'en sers pour reconstruire l'histoire des premières années de la maladie, en m'appuyant sur cette considération presque évidente, que les sols qui succombent le plus vite à l'action du *Phylloxera* sont ceux où l'apparition de la maladie à l'extérieur a dû suivre de plus près l'implantation souterraine de l'insecte. Or, voici les conclusions auxquelles m'amène cette étude rétrospective :

» Je n'ai pas pu remonter au delà de l'année 1865. Je laisse donc de côté toutes les questions antérieures à cette époque, telles que celle de l'origine exotique ou indigène de la maladie, de son premier centre d'éruption ou d'importation. Ce sont des points encore obscurs, sur lesquels les renseignements et les documents font presque complétement défaut.

» Mais je suis conduit à admettre qu'au commencement de l'année 1865, ou au moins de 1866, le puceron était disséminé sur toute la surface du territoire compris dans la vallée du Rhône, entre la limite sud du département de la Drôme et la mer. Peu à peu, ses ravages sont devenus sensibles, d'abord, ainsi qu'il fallait s'y attendre, sur les mauvais terrains de la Crau et du Plan-de-Dieu, près d'Orange, puis successivement sur des terrains plus profonds et plus fertiles. Il n'y a donc pas eu, je crois, extension de la maladie, au vrai sens du mot, pendant les années 1865, 1866, 1867 et 1868, mais seulement apparition successive des divers points atteints, et la propagation au contact, au lieu d'être la règle générale, a été limitée à l'attaque des points compris entre les centres d'apparition.

» La fécondité et par suite la puissance de destruction de l'insecte ont été grandement favorisées, pendant cette période néfaste, par les hivers secs de 1866 et de 1867, pendant lesquels, contrairement à ce qui s'était passé les années précédentes et à ce qui a eu lieu depuis, l'humidité du sol a rarement été assez abondante pour commencer à détruire le puceron; de sorte que, au lieu des générations décimées que laissent les hivers froids et pluvieux, il y a eu, au commencement de 1867 et 1868, des générations innombrables, prêtes à agir, et dont la multiplication pendant les étés de ces mêmes années a dû être presque indéfinie. De là deux ordres de faits : d'abord action plus puissante et plus rapide sur les vignes atteintes; puis, lutte entre ces insectes, en nombre infini, et nombreuses émigrations comme conséquence.

» Je rattache au premier fait cette conclusion, généralement admise, mais dont j'ai pris soin de démontrer l'exactitude, que la maladie perd actuellement de sa force, c'est-à-dire qu'elle n'a plus maintenant, à égalité de terrains, l'énergie destructive qu'elle avait à l'origine. Je rattache au

second cet autre résultat, bien apparent sur les cartes du fléau, que l'année de sa grande extension en surface, celle où il a apparu à la fois sur les points les plus divers et les plus éloignés, est l'année 1869. Les enjambées de la maladie ont été telles, cette année-là, que si elle eût continué à en faire de pareilles, elle serait actuellement à Toulouse d'un côté, en Italie de l'autre, et, vers le nord, aux portes de la Bourgogne. Ce caractère spécial de l'an 1869 ne peut être attribué qu'à l'émigration de 1867 et de 1868. Depuis lors, bien que les surfaces atteintes aient été en augmentant constamment, et que les moyens de dissémination soient restés évidemment les mêmes, la maladie semble devenue moins diffluente, les points attaqués en 1869 se sont agrandis, quelques-uns se sont rejoints avec le gros de l'invasion, mais il n'en a paru qu'un petit nombre de nouveaux, dont quelques-uns, placés en terrain fertile et très-résistant, pourraient même être rapportés à la même origine que les premiers.

» L'hiver sec et doux est donc ce qu'il y a de plus redoutable pour les vignes menacées ou atteintes du *Phylloxera*. Leur meilleur auxiliaire est, au contraire, l'hiver froid et humide. Celui que nous traversons aura certainement tué des milliards d'insectes, et cette conclusion est corroborée par les observations que m'a tout récemment transmises M. Faucon, de Graveson, dont j'ai eu souvent, du reste à consulter les écrits, pour donner des bases solides à l'étude qui précède.

» On sait que c'est aussi à M. Faucon qu'est dû le seul procédé qui ait permis, jusqu'à présent, de sauver et de ramener à son ancienne vigueur une vigne atteinte du *Phylloxera*. M. Faucon y arrive en tuant le puceron au moyen d'inondations prolongées, faites à la fin de l'automne. C'est par l'étude de sa méthode et la discussion des objections qu'on lui a faites que je termine le Rapport que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. »

VITICULTURE. — *Études sur les ravages produits par le* Phylloxera; Mémoire de M. MAX. CORNU.

« I. *Caractères anatomiques de la maladie de la vigne*. — La Commission avait recommandé spécialement l'étude anatomique des renflements radicellaires, comme pouvant donner d'utiles indications. J'ai tenté cette étude, quoique les matériaux fussent incomplets, à cause de la saison avancée.

» Ces renflements sont dus, d'une part, à l'épaississement de la couche du parenchyme cortical, de l'autre au développement exagéré et irrégulier d'éléments ligneux. Ces tissus nouveaux démontrent, avec la plus grande évidence, qu'ils sont le résultat d'une hypertrophie déterminée par l'action

locale du parasite et non une formation normale; on ne peut ainsi nier : 1° que le *Phylloxera* ne soit la cause des renflements; 2° que ces renflements ne soient la cause de la maladie.

» Les racines plus âgées qui nourrissent également le *Phylloxera* ne produisent pas, sous son action, de tissus nouveaux, mais prennent quelquefois une teinte rouge. Cette teinte est due à une substance liquide, réfringente, d'une couleur orangée, qui remplit quelques-unes des cellules des rayons médullaires.

» L'épuisement de la plante n'est pas dû, comme on l'a dit souvent, à l'absorption de la séve par le puceron (à l'époque de la taille, la vigne perd beaucoup de séve sans souffrir). Le *Phylloxera* ne peut souvent, avec sa trompe, atteindre les vaisseaux du bois, car il n'enfonce dans les racines que le tiers ou la moitié au plus de la longueur de sa trompe, comme je m'en suis assuré. Il ne pourrait arriver aux vaisseaux que sur des radicelles inférieures à $\frac{1}{2}$ millimètre. Il est bien plus probable que l'épuisement provient d'abord de la naissance et de la nutrition des renflements, qui absorbent les liquides nutritifs destinés à un autre objet et les détournent du but naturel. Cette colonie, qui constitue le végétal, est alors affamée; les parties les plus jeunes et les plus tendres souffrent plus que celles qui sont consolidées, et meurent : ce sont les renflements et les radicelles ellesmêmes qui sont dans ce cas. Ces dernières même périssent quelquefois avant les renflements. Or elles sont destinées à tirer du sol les aliments de toute la plante, et si elles viennent à disparaître, le cep périra, s'épuisant de plus en plus : la mort gagnera de proche en proche, des radicelles aux racines, et le végétal entier mourra.

» Si cependant, par le petit nombre de radicelles qui subsistent, il peut pénétrer des éléments très-nutritifs, la vigne semblera revenir à la vie : c'est l'effet des fumures énergiques; mais le puceron n'a pas été tué, et quand elles ont terminé leur effet, la plante retombe. L'action plus ou moins rapide de la maladie dépend de la facilité avec laquelle le parasite peut circuler dans le sol, pour attaquer toutes les radicelles.

» Aucun critérium anatomique (sauf les renflements), aucun symptôme extérieur ne semble indiquer sûrement la présence du *Phylloxera*. La couleur des feuilles de la vigne est parfois jaunâtre ou chamois, les bords sont quelquefois rouges ou desséchés, mais ces caractères manquent souvent. Ne sait-on pas que la plante présente un aspect très-vert et très-satisfaisant lorsque les racines sont couvertes de pucerons? Pour affirmer qu'un cep est sain ou malade, il faut avoir examiné les racines.

» II. *Progression du* Phylloxera. — Au mois de septembre de cette année, la Commission se préoccupait vivement du mode de progression du *Phylloxera*. La connaissance exacte de ce point pouvait suggérer un moyen de le combattre. La question de la progression est aujourd'hui, par des documents divers, assez près d'être résolue.

» Le puceron peut voyager à la surface du sol dans quelques cas, d'après les observations directes de M. Faucon, vérifiées par MM. Bazile, Planchon et Duclaux.

» Il voyage aussi par l'intérieur du sol; cela résulte d'expériences fort intéressantes, mais inédites, de M. Planchon, qui démontrent aussi la progression à la surface du sol. On conçoit la réserve avec laquelle j'en dois parler avant les Communications de l'auteur.

» Ainsi le *Phylloxera* peut aller vers les radicelles, soit directement par les profondeurs, soit en descendant dans le sol, en partant du tronc de la vigne vers lequel il est parvenu par la surface du sol.

» Il peut encore, par l'air, à l'état ailé, entraîné par les vents, propager la maladie à de grandes distances. M. Lichtenstein l'a rencontré sur des toiles d'araignées au-dessus du sol; j'ai pu, en compagnie de M. Planchon, le voir dans des circonstances identiques.

» La progression suit donc trois voies: les deux premières relativement lentes, la troisième très-rapide.

» III. *Moyens de lutter contre le* Phylloxera. — On a parlé d'acclimater des insectes parasites de ces pucerons; mais il ne semble pas qu'on ait fait un seul pas dans cette voie.

» M. Laliman, de Bordeaux, a proposé de remplacer les cépages européens par des cépages américains ne souffrant pas des atteintes du *Phylloxera*. Il signale quelques variétés qui pourraient résister; mais il règne encore quelque obscurité sur ces faits; quant aux déterminations elles-mêmes, elles sont très-incertaines.

» Pour conserver les cépages du pays et les vins qu'ils produisent avec toutes leurs qualités, il conseille de les greffer à la tarière sur des vignes américaines. Ce serait long et coûteux, mais si le porte-greffe était planté quelque temps à l'avance, on serait, selon lui, à l'abri de la maladie.

» Aucun des cépages européens, qui dérivent tous du *Vitis vinifera*, n'est épargné. Certaines vignes américaines, au contraire (*Vitis æstivalis*, par exemple), peuvent résister au *Phylloxera*, surtout si elles ne sont pas attaquées dans les premières années de leur plantation.

» MM. Planchon et Lichtenstein ont proposé récemment d'attirer les

Phylloxera vers la surface du sol, en buttant les vignes ou en faisant des boutures; on déterminerait ainsi la production de radicelles saines, véritable appât; on n'aurait qu'à les enlever et à les brûler, et l'on détruirait ainsi une certaine quantité de parasites. On effectue dans l'Hérault des expériences dans ce sens.

» Le système proposé par M. Faucon, l'immersion prolongée et renouvelée deux fois par année, réussit assez bien, peut-être autant par la production de nouvelles racines et l'obstruction des interstices du sol que par la destruction directe du *Phylloxera*.

» Les autres remèdes essayés jusqu'ici n'ont pas donné ce que l'on attendait; les fumures énergiques produisent une amélioration seulement passagère.

» La Commission départementale de l'Hérault, présidée par M. H. Marès, fait un grand nombre d'essais, et rendra de grands services.

» IV. *Carte de la maladie dans le Bordelais.* — Je me suis occupé de dresser la carte de la marche de la maladie dans le Bordelais, mais j'ai trouvé dans le pays peu de renseignements à cet égard. J'ai dû aller le plus souvent à la découverte, seul, dans les endroits indiqués. Je me suis donc borné à indiquer par une teinte l'aire qui comprend les endroits attaqués, en teintant plus fortement ceux où le *Phylloxera* exerce le plus de ravages. Cette aire est située sur la rive droite de la Garonne, présente la forme d'un cercle tangent au fleuve, près de la Bastide, et s'étendant à Latresne, Pompignac, Saint-Loubès.

M. R. Shore, M. Alderley adressent des Communications relatives au *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission.)

HYDROLOGIE. — *Étude et exposé des travaux à exécuter pour combattre la cause à laquelle sont dus les débordements de la Loire.* Mémoire de **M. E. de Wissocq.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Belgrand, Hervé-Mangon.)

« Les crues qui ont eu lieu au mois d'octobre dernier, dans un grand nombre de rivières, ont fait craindre le renouvellement des désastres causés en 1856 et en 1866 par les débordements de la Loire, désastres qui, d'après les rapports officiels, ont dépassé 200 millions dans la seule année 1856. Aussi, j'espère que l'Académie me permettra de lui soumettre quelques

considérations sur les travaux qu'on pourrait exécuter à l'embouchure des fleuves pour éviter à l'avenir les débordements, sinon dans tout le parcours, du moins dans la partie inférieure et dans la partie moyenne, c'est-à-dire dans la portion la plus longue et la plus importante.

» Les moyens qui ont été proposés jusqu'à ce jour sont : 1° le surexhaussement des digues actuellement existantes, avec établissement de quelques digues nouvelles; 2° la création d'immenses réservoirs, dans la région supérieure. Mais, en même temps, on a reconnu qu'on ne pouvait répondre, d'une manière absolue, de l'efficacité de ces moyens excessivement dispendieux, dont le coût dépasserait 100 millions pour la seule rivière de la Loire; on a reconnu que, si l'on pouvait à peu près en répondre dans la généralité des cas, dans le cas de crues qui ne dépasseraient pas en hauteur et en intensité celle de 1856, on ne pourrait donner la même assurance pour le cas de crues plus fortes, éventualité qu'on ne doit pas considérer comme impossible et qu'il est prudent de prévoir.

» La rapidité torrentielle avec laquelle les eaux se précipitent au moment de la rupture d'une digue occasionne des désastres cent fois plus terribles que n'en peuvent causer les eaux quand elles pénètrent sur les terrains avec lenteur et par un gonflement progressif. Quant aux réservoirs, ils perdent une grande partie de leur utilité et deviennent même nuisibles quand la plus grande abondance des pluies a lieu, non au commencement de la crue, lorsque les réservoirs sont encore vides, mais, au contraire, dans les derniers jours, lorsque ceux-ci sont pleins et que les eaux, maintenues à une hauteur considérable par le barrage et passant par-dessus, ne sont plus retardées dans leur course par le frottement sur le lit et sur les bords du torrent. Elles se précipitent alors en masse et avec une vitesse excessive, et arrivent subitement dans les régions inférieures, où elles accroissent considérablement la hauteur de la crue. Les réservoirs deviennent ainsi nuisibles quand, par malheur, le moment où ils sont pleins se trouve coïncider avec la plus grande abondance des pluies et avec le moment où la crue, dans la région inférieure, a déjà acquis une hauteur considérable.

» A la place de ces moyens, auxquels on a cru sage de renoncer, nous proposons d'en substituer un très-simple, qui consisterait, non pas à exhausser les digues, mais à produire le même effet en creusant le lit du fleuve et en lui rendant la profondeur qu'il avait il y a quelques centaines de siècles. Ce résultat, qu'il serait impossible d'obtenir par un draguage artificiel, exécuté par la main des hommes, nous proposons de le faire exécuter par les eaux mêmes du fleuve.... »

L'auteur entre dans les descriptions de ce moyen de draguage par le fleuve lui-même, à l'aide de digues convenablement dirigées, à l'embouchure des fleuves. Cette description, beaucoup trop étendue pour trouver place aux *Comptes rendus*, est accompagnée de figures et de cartes de l'embouchure de la Loire, démontrant que le procédé actuel lui est applicable, sans dépenses excessives.

« .... Les travaux que nous venons d'indiquer comme devant servir à supprimer les débordements de la Loire et ses inondations, ayant pour premier résultat d'approfondir le lit du fleuve, auront une double utilité, puisqu'ils rendront ainsi la navigation de la rivière plus facile et permettront d'augmenter considérablement le tirant d'eau des navires en destination du port de Nantes. Nous ne doutons pas que l'effet produit soit suffisant pour rendre le fleuve accessible même à des vaisseaux de haut bord.

» Nous ajouterons que, dans notre pensée, la valeur des terrains créés par les alluvions, et qu'on pourra livrer à l'agriculture, atteindra peut-être ou dépassera la dépense qu'aura exigée la construction des digues. »

M. Sacc exprime le désir de connaître l'opinion de l'Académie sur un procédé de conservation des viandes et légumes, qu'il a soumis à son jugement.

M. le Secrétaire perpétuel, en proposant à l'Académie de renvoyer la Lettre de M. Sacc à la Commission qui a été chargée d'examiner ce procédé, fait remarquer que, si la Commission n'a pas encore exprimé d'opinion à ce sujet, c'est sans doute qu'elle a jugé utile qu'il se fût écoulé un certain temps entre l'époque de la préparation de ces substances et celle où la Commission en appréciera l'état de conservation.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *F. Papillon*, intitulée : « De la rivalité de l'esprit Leibnizien et de l'esprit Cartésien au XVIIIe siècle, suivi d'une Note sur Gueneau de Montbeillard »;

2° Un travail de M. *J. Ericsson* sur la « Chaleur rayonnante du Soleil »;

La Société de Géographie informe l'Académie qu'elle tiendra sa deuxième assemblée générale de 1872, le samedi 21 décembre.

L'Académie reçoit des Lettres de remercîments de M. *Duclout* et de M. *Gal*, pour les récompenses qui leur ont été décernées dans la dernière séance publique.

Le Maire de la ville d'Angers remercie l'Académie pour l'envoi qu'elle a fait à cette ville d'un exemplaire de la Médaille frappée en l'honneur de M. Chevreul, et lui fait part de la proposition qui doit être faite, dans la prochaine réunion du Conseil municipal, de donner à l'une des rues de la ville le nom de *Chevreul*.

GÉODÉSIE. — *Réponse à la Note de M.* A. Laussedat *sur le prolongement de la méridienne d'Espagne en Algérie; par* M. F. Perrier.

« Dans la première partie de sa Note insérée aux *Comptes rendus* (t. LXXV, p. 1492), M. le lieutenant-colonel Laussedat croit devoir rappeler qu'il y a quatorze ans, à son retour d'Espagne, où il était allé assister, comme invité étranger, à la mesure de la base de Madrilejos, il a adressé à M. le Maréchal Vaillant, alors Ministre de la Guerre, un Rapport étendu dans lequel se trouvait traitée, entre autres questions, celle du prolongement de la méridienne de France. Ce Rapport, paraît-il, aurait donné lieu à un échange de projets confidentiels entre M. le Maréchal Vaillant, M. Le Verrier et M. Laussedat; mais, comme il n'a été ni publié ni suivi d'aucun commencement d'exécution, on trouvera sans doute bien naturel que je n'en aie pas parlé.

» Un pareil document n'a jamais été transmis au Dépôt de la Guerre, et le colonel Levret en a toujours ignoré l'existence.

» Dans les lettres adressées vers cette époque au Dépôt de la Guerre, pour demander la révision de la méridienne, M. Le Verrier n'en a jamais fait mention, et il n'y a pas fait la moindre allusion dans la séance du 18 novembre dernier, lorsqu'il a longuement entretenu l'Académie du pouvoir éclairant et de l'emploi des signaux solaires.

» Il est regrettable assurément que M. le lieutenant-colonel Laussedat n'ait pas adressé une Note détaillée à l'Académie, soit à son retour d'Espagne en 1858, soit après la publication du Mémoire du colonel Levret, qui revendiquait franchement, en 1865, la priorité d'un projet de jonction directe entre l'Espagne et l'Algérie (1), en disant :

« Mais c'est peu de concevoir et d'annoncer un tel projet, si.... »

(1) Page 87 du Supplément au t. IX du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*.

» M. le lieutenant-colonel Laussedat me demande où j'ai pu voir que d'autres avant le colonel Levret se sont crus obligés de passer par le détroit de Gibraltar; la citation de MM. Biot et Arago est assez explicite, dit-il, pour démontrer que ces deux savants voulaient franchir la Méditerranée à la hauteur du cap de Gata.

» Reprenons la citation déjà faite :

« Enfin notre opération aura peut-être dans l'avenir des conséquences plus étendues. Si jamais la civilisation européenne parvient à s'implanter sur les côtes d'Afrique, *rien ne sera plus facile* que de traverser la Méditerranée par quelques triangles, en prolongeant notre chaîne dans l'ouest jusqu'à la hauteur du cap de Gata, après quoi.... »

» Cette phrase, dans laquelle l'ordre des opérations à exécuter est interverti, est la seule par laquelle MM. Biot et Arago indiquent la possibilité de prolonger la méridienne jusqu'en Afrique, et est placée à la fin du discours préliminaire. Ni dans le *Recueil des observations faites en Espagne*, ni dans les *Souvenirs de ma jeunesse*, il n'est dit qu'on peut apercevoir l'Afrique des sommets situés à la hauteur du cap de Gata, et un pareil fait eût été consigné avec soin par MM. Biot et Arago, s'ils en avaient été positivement informés. Est-il admissible enfin que les mêmes observateurs qui avaient failli être arrêtés, dans l'accomplissement de leur mission, par la difficulté de voir des réverbères entre *Campvey* et *Desierto de las Palmas*, à une distance de 160 kilomètres seulement (1), et qui ignoraient encore la puissance presque sans limites des miroirs solaires et des feux électriques, aient qualifié *de très-facile* l'opération qui consistait à passer directement d'Espagne en Algérie, à une distance de 300 kilomètres? Assurément non.

» Aussi me semble-t-il plus logique d'admettre, ou que MM. Biot et Arago n'ont fait qu'entrevoir la possibilité de prolonger leur chaîne jusqu'en Algérie, ou bien qu'ils ont songé à passer en Afrique, vers l'ouest, par-dessus le détroit de Gibraltar; mais on ne saurait leur attribuer la pensée bien définie de passer *directement* d'Espagne en Algérie.

» M. le lieutenant-colonel Laussedat cite une phrase de l'avant-propos d'une traduction publiée en 1860; mais cette phrase ne précise rien : elle laisse même dans l'ombre le fait capital de la visibilité réciproque des sierras de Grenade et des montagnes de la province d'Oran; elle n'est, du reste, qu'un vague écho d'affirmations lointaines, qui ont cours en Algérie

---

(1) Page XI de l'Introduction au *Recueil des observations faites en Espagne*.

depuis la conquête, et ne saurait constituer ni *une propriété scientifique*, ni *un projet nettement formulé*.

» J'ai donc pu dire, sans commettre aucune erreur historique, que le colonel Levret avait songé, *le premier*, à porter *directement* la méridienne de France, d'Espagne en Algérie. Ainsi pensait M. le général Blondel, directeur du Dépôt de la Guerre, qui ajoutait au Mémoire du colonel Levret la Note suivante, en 1865 (1):

« Le Dépôt de la Guerre, en publiant ce Mémoire, aura du moins rendu un double service à la science et à la justice : à la science, en montrant la possibilité d'une opération utile, d'un caractère nouveau; à la justice, *en consacrant le titre d'auteur* à l'officier supérieur qui en a conçu l'idée, qui en a calculé les difficultés, qui s'est hardiment proposé pour les vaincre.... »

» Dans la deuxième partie de sa Note, M. le lieutenant-colonel Laussedat fait intervenir un officier étranger, M. le général Ibañez, qui exprime une opinion toute personnelle, sans apporter aucune preuve à l'appui. L'Académie comprendra que, sur ce point, toute discussion serait, en ce moment, inopportune et inutile.

» Je rappellerai seulement que mon projet de jonction de l'Espagne avec l'Algérie résulte d'une reconnaissance exécutée, non point à Madrid ou à Paris, d'après des renseignements plus ou moins véridiques, mais en Algérie même, sur les seuls sommets culminants d'où l'on aperçoit l'Espagne; il est à regretter que M. le lieutenant-colonel Laussedat ne nous dise pas si nos savants voisins ont vu eux-mêmes la terre algérienne, s'ils en ont recoupé les principaux sommets, s'ils ont pu les distinguer des sommets marocains du Riff et des Beni-Snassen, si enfin ils ont pu découvrir l'île d'Alboran, que nous avons vainement cherché à voir.

» J'ai dit simplement ce que j'avais vu; et, grâce à la reconnaissance que j'ai faite, l'état-major français peut, aujourd'hui même, établir sûrement à Bem-Saabia, Nador et Filhaoussen les petits miroirs qui réfléchiront, sur deux points bien déterminés des sierras espagnoles, les rayons du soleil d'Afrique. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Observation relative à une Note précédente de M. Quet; par* M. F. Lucas.

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Quet a inséré (p. 1616),

(1) Supplément au tome IX du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, p. 92.

sous le titre : *Sur la force vive d'un système vibrant,* une Note où il s'exprime en ces termes :

« Dans un Mémoire non encore imprimé, qui a été présenté à l'Académie en 1865 et qui, conformément à la proposition de M. Fizeau, a reçu en 1866 une Mention honorable, j'ai démontré la proposition suivante : *Les forces vives explicite, implicite et totale de tout système vibrant sont respectivement égales à la somme des forces vives de même dénomination qui correspondent aux divers mouvements simples dans lesquels le mouvement produit peut se décomposer.* J'avais été conduit à ce théorème par la découverte que M. de Saint-Venant avait fait connaître en 1865. C'est de lui qu'il est question dans une partie de la Communication et du Rapport présentés par ce savant à la dernière séance de l'Académie. »

» Le lecteur pourrait croire :

» 1° Que M. Quet aurait fait connaître en 1865 une démonstration générale de l'important théorème de la décomposition des forces vives des mouvements vibratoires;

» 2° Que M. Quet aurait obtenu pour ce travail, en 1866, une mention honorable de l'Académie;

3° Que ce travail aurait fait l'objet du Rapport et de la Communication présentés par M. de Saint-Venant dans la séance du 2 décembre dernier.

» De cette manière, M. Quet s'attribue involontairement la priorité d'une partie des résultats que j'ai fait connaître dans mon Mémoire intitulé : *Théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes matériels,* Mémoire que j'ai présenté le 29 avril 1872, auquel se rapportent la Communication et le Rapport de M. de Saint-Venant, et dont l'Académie a bien voulu (conformément aux propositions de MM. Serret, Phillips et de Saint-Venant) ordonner l'insertion au *Recueil des Savants étrangers.*

» Je crois devoir rétablir la précision des faits en rappelant :

» 1° Qu'il n'est fait dans les *Comptes rendus* de 1865 aucune mention du Mémoire dont parle M. Quet;

» 2° Que le nom de M. Quet ne figure pas dans la liste des Mentions honorables décernées pour les années 1865 et 1866;

» 3° Que le Rapport de M. de Saint-Venant dit formellement, au sujet du théorème de la décomposition des forces vives : « Une démonstration » générale de ce théorème manquait; on voit qu'elle se trouve dans le » Mémoire de M. Lucas. »

» Je ne dirai rien de la démonstration, que M. Quet a produite dans sa dernière Note, du 9 décembre, huit jours après que la mienne a été livrée à la publicité par les *Comptes rendus.* »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (128), *faites à l'Observatoire de Marseille; par* M. **Borelly**. Note présentée par M. Yvon Villarceau.

« J'ai l'honneur de vous adresser deux nouvelles positions de la planète, obtenue, au télescope Foucault, dans le courant de la semaine qui vient de s'écouler.

» Je n'observe point la planète à l'équatorial d'Eichens, les constantes de cet instrument n'étant pas parfaitement établies :

	T. M. de Marseille. (Longchamps.)	Ascension droite.	l(par.×Δ).	Distance au pôle nord.	l(par.×Δ).
	h m s	h m s		° ′ ″	
1872. Déc. 11.....	9.28. 2	4. 6.27,80	$-\bar{1}$,1770	70.19.23,6*	$-\bar{1}$,5652
12.....	8.17. 0	4. 5.38,37	$-\bar{1}$,4260	70.18.52,9	$-\bar{1}$,5971

» L'étoile de comparaison est toujours la même : 225 Weiss, H. IV. »

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (126) *et* (127), *faites à Paris, à l'équatorial du jardin; par* MM. **Paul Henry** *et* **Prosper Henry**; Note présentée par M. Yvon Villarceau.

Observations de la planète (126).

1872.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	l(par.×Δ).	Distance au pôle nord.	l(par.×Δ).	Étoiles de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Nov. 6.	8.44.37	2. 0.52,08	$-(\bar{1},340)$	76.15.41,5	—(0,727)	*a*
22.	9.42.49	1.48.57,88	$+(\bar{2},000)$	77. 0.39,9	—(0,716)	*b*
24.	9.59.17	1.47.56,82	$+(\bar{2},700)$	77. 4.23,1	—(0,716)	*c*
28.	10. 8.42	1.46.17,27	$+(\bar{2},970)$	77.10. 5,7	—(0,719)	*c*
Déc. 1.	8.29.48	1.45.23,79	$-(\bar{2},750)$	77.12.49,1	—(0,719)	*c*
7.	8. 7. 8	1.44.24,86	$-(\bar{2},722)$	77.14.18,3	—(0,719)	*c*

Observations de la planète (127).

	h m s	h m s				
Nov. 22.	8. 0.57	1.48.30,10	$-(\bar{1},229)$	»	»	»
27.	8.15.56	»	»	76°43′ 7″,5	—(0,722)	*b*
28.	10.50. 8	1.45. 2,94	$+(\bar{1},224)$	76 48 7 ,8	—(0,723)	*d*

Positions moyennes des étoiles de comparaison, pour 1872,0.

Étoiles de comparaison.	Ascension droite.	Dist. pol. nord.
	h m s	
a 64 Weisse, H. II......	2. 6. 5,73	76.21.34,0
b 840 Weisse, H. I.......	1.47.54,97	76.52.23,7
c 786 Weisse, H. I.......	1.45. 6,07	77.12.27,3
d 828 Weisse, H. I.......	1.47. 3,27	76.48.17,9. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la planète* (126), *calculés par* **MM. Paul Henry** *et* **Prosper Henry**; Note présentée par M. Yvon Villarceau.

« Les observations qui ont servi de base aux calculs sont celles du 6 novembre, du 22 novembre et du 7 décembre, faites, à Paris, à l'équatorial du jardin.

Époque : 1872, Novembre 6,0, temps moyen de Greenwich.

$$\begin{aligned} M &= 49°52'39'' \\ \pi &= 336.11.2 \\ \Omega &= 23.24.3 \\ i &= 2.59.39 \\ \varphi &= 7.4.55 \\ \mu &= 932'',91 \\ \log a &= 0,3867776 \end{aligned}$$

(π et Ω : Équinoxe moyen de 1872,0.)

» L'inclinaison étant assez petite, il y a lieu de craindre que ces éléments, calculés au moyen de trois observations seulement, ne soient affectés de quelque incertitude; toutefois nous ne doutons pas que l'éphéméride suivante ne permette de retrouver aisément la planète.

Éphéméride déduite des éléments précédents, pour midi moyen de Greenwich.
(Les positions sont rapportées à 1872,0.)

1872.	Asc. dr.	Déclinaison.	Log Δ.	1872.	Asc. dr.	Déclinaison.	Log Δ.
	h m s	° '			h m s	° '	
Déc. 12...	1.44.22	+12.48,0	0,1968	Déc. 23...	1.46.57	+13. 6,7	0,2315
13...	44.28	49,0	0,1999	24...	47.22	9,2	0,2347
14...	44.35	50,2	0,2030	25...	47.47	11,9	0,2378
15...	44.44	51,4	0,2062	26...	48.15	14,7	0,2410
16...	44.55	52,8	0,2093	27...	48.43	17,6	0,2442
17...	45. 7	54,4	0,2125	28...	49.14	20,6	0,2474
18...	45.21	56,1	0,2157	29...	49.46	23,8	0,2506
19...	45.37	57,9	0,2188	30...	50.19	27,1	0,2537
20...	45.54	59,9	0,2220	31...	50.54	30,5	0,2569
21...	46.14	13. 2,0	0,2252	32...	51.30	34,0	0,2600
22...	46.35	4,3	0,2283				

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (127), *calculés par* **M. B. Baillaud**; Note présentée par M. Puiseux.

« Les éléments ci-dessous ont été calculés en partant des trois observations équatoriales suivantes faites, la première à Marseille par M. Stephan, les deux autres à l'Observatoire de Paris par MM. Paul et Prosper Henry.

				Ascensions droites.	Dist. polaires apparentes.
		h m s		h m s	° ′ ″
1872. Nov.	9...	11.23.42	(t. m. de Marseille)	1.58.29,18	76.25.21,7
»	22...	8.15.56	(t. m. de Paris)	1.48.29,70	76.43.47,5
»	28...	10.50. 8	(t. m. de Paris)	1.45. 2,94	76.48. 7,8

» Ces observations ont donné :

Époque 1872, décembre 18,0. Temps moyen de Greenwich.

$$
\begin{aligned}
M &= 293^\circ\,7'\,15'' \\
\Omega &= 31.40.11 \\
\varpi &= 122.\ 5.28 \\
i &= 8.19.42 \\
\varphi &= 4.36.31 \\
\log a &= 0{,}44377 \\
\mu &= 766{,}23
\end{aligned}
$$

(Ω, ϖ, i : Équinoxe moyen de 1872,0.)

» On en a déduit l'éphéméride suivante (temps moyen de Greenwich) :

Dates.		Ascensions droites apparentes.	Distances polaires apparentes.	log Δ.
		h m s	° ′	
1872. Décembre	18,5.....	1.40.35	76.34,1	0,3145
»	19,5.....	1.40.39	76.32,1	0,3168
»	20,5.....	1.40.44	76.30,0	0,3191
»	21,5.....	1.40.51	76.27,8	0,3215
»	22,5.....	1.40.59	76.25,4	0,3238
»	23,5.....	1.41. 9	76.23,0	0,3262
»	24,5.....	1.41.21	76.20,5	0,3285
»	25,5.....	1.41.33	76.17,9	0,3309
»	26,5.....	1.41.48	76.15,2	0,3333
»	27,5.....	1.42. 4	76.12,3	0,3357
»	28,5.....	1.42.21	76. 9,3	0,3380
»	29,5.....	1.42.40	76. 6,2	0,3404
»	30,5.....	1.43. 0	76. 2,9	0,3428
»	31,5.....	1.43.22	75.59,6	0,3452. »

BALISTIQUE. — *Sur quelques lois de la pénétration des projectiles oblongs dans les milieux résistants;* Note de **M. Martin de Brettes**, présentée par M. Tresca.

« Il existe, dans la balistique des projectiles sphériques, deux théorèmes relatifs à leur pénétration dans l'air et les milieux résistants, dans le cas particulier où l'on fait abstraction de la pesanteur ou quand leur trajet est sensiblement rectiligne. Ces deux théorèmes, d'une grande utilité pratique,

particulièrement pour la construction des trajectoires des projectiles, sont ainsi énoncés dans le *Traité de Balistique* du général Didion : *Les longueurs et les durées des trajets de deux projectiles qui passent d'une vitesse donnée à une autre vitesse aussi donnée sont proportionnelles aux produits des diamètres des projectiles par leurs densités.*

» Ces théorèmes n'existent plus quand il s'agit des projectiles oblongs, animés d'un mouvement de translation dans la direction de leur axe de figure, mais on arrive facilement à des théorèmes analogues.

» En effet, en désignant par P et R le poids et le rayon d'un projectile oblong, par K le coefficient de la résistance de l'air relatif à sa forme antérieure, par v^n l'expression de la résistance de l'air, on aura

$$(1) \qquad -\frac{P}{g}\frac{dv}{dt} = \pi R^2 K v^n;$$

ou, en observant que $v = \frac{de}{dt}$,

$$-\frac{P}{g}dv = \pi R^2 K v^{n-1}\, de,$$

d'où

$$de = -\frac{P}{g\pi R^2 K}\frac{dv}{v^{n-1}},$$

et, en intégrant,

$$e = \frac{P}{g\pi R^2 K(n-2)}\frac{1}{v^{n-2}} + c,$$

quand $e = 0$, $v = V$, et l'on a

$$e = -\frac{P}{g\pi R^2 K(n-2)}\frac{1}{V^{n-2}},$$

et, par conséquent, pour l'espace E parcouru pendant que la vitesse passe de V à v,

$$(2) \qquad E = \frac{E}{g\pi R^2 K(n-2)}\left(\frac{1}{v^{n-2}} - \frac{1}{V^{n-2}}\right).$$

» Si nous désignons par λ la longueur d'un cylindre de même diamètre, de même densité et de même poids que le projectile dont il s'agit, quantité que j'appelle *longueur réduite* (*) du projectile, on aura

$$P = \pi R^2 \lambda D,$$

(*) L'introduction de cette longueur réduite dans les formules balistiques a l'avantage de mettre en évidence les propriétés caractéristiques des obus oblongs.

et la formule précédente deviendra

(3) $$E = \frac{\lambda D}{gK(n-2)}\left(\frac{1}{v^{n-2}} - \frac{1}{V^{n-2}}\right).$$

» Pour un autre projectile dont l'extrémité antérieure serait semblable à celle du précédent, le rayon R', la densité D' et la longueur réduite λ', on aurait, pour le trajet E' parcouru entre les vitesses V et v,

$$E' = \frac{\lambda' D'}{gK(n-2)}\left(\frac{1}{v^{n-2}} - \frac{1}{V^{n-2}}\right),$$

et, par suite,

(4) $$\frac{E}{E'} = \frac{\lambda D}{\lambda' D'};$$

d'où ce théorème :

» *Les longueurs des trajets de deux projectiles oblongs différents, mais dont les extrémités antérieures sont semblables, sont indépendantes des diamètres et proportionnelles aux produits de leurs longueurs réduites par leurs densités.*

» Pour trouver la loi des durées reprenons l'équation (1) et tirons-en la valeur de dt, on aura

$$dt = -\frac{P}{g\pi R^2 K}\frac{dv}{v^n},$$

ou

$$dt = -\frac{\lambda D}{gK}\frac{dv}{v^n};$$

d'où, en intégrant et observant que $v = V$ quand $t = 0$, on aura, pour le temps T écoulé entre V et v,

(5) $$T = \frac{\lambda D}{gK(n-1)}\left(\frac{1}{v^{n-1}} - \frac{1}{V^{n-1}}\right).$$

» On aurait de même, pour le projectile P',

$$T' = \frac{\lambda' D'}{gK(n-1)}\left(\frac{1}{v^{n-1}} - \frac{1}{V^{n-1}}\right),$$

et, par suite,

(6) $$\frac{T}{T'} = \frac{\lambda D}{\lambda' D'}.$$

» Ainsi : *Les durées des trajets de deux projectiles oblongs différents, mais dont les extrémités antérieures sont semblables, sont indépendantes des diamètres et proportionnelles aux produits de leurs longueurs réduites par leurs densités.*

» Lorsque l'on considère la pénétration des projectiles oblongs dans les milieux liquides et solides, les fonctions de la vitesse qui représentent la

résistance sont encore égales et disparaissent aussi dans les rapports des espaces et des temps, pendant que les vitesses égales passent à d'autres vitesses égales. On retombe alors dans les lois précédemment énoncées pour le cas du tir dans l'air.

» Nous ferons observer que ces lois supposent implicitement que les projectiles ne se déforment pas, et par conséquent ne fléchissent ni ne s'écrasent. Cette hypothèse sera toujours réalisée dans le tir dans l'air avec les projectiles pratiques; mais il n'en sera pas de même lorsque les projectiles pénétreront dans des milieux très-résistants, des plaques de fer par exemple. Car il existera alors entre la longueur réduite et le diamètre un rapport maximum, qui devrait être déterminé par l'expérience. Ce rapport n'a pas dépassé 3 dans le tir contre des plaques de blindage en fer, et ce chiffre a été seulement atteint par les projectiles de Withworth. »

PHYSIQUE. — *Note relative à l'action prétendue des lames minces liquides sur les solutions sursaturées; par* **M. D. Gernez.**

« Dans un travail dont les conclusions ont été insérées aux *Comptes rendus* du 29 juillet dernier (p. 254), et qui a été publié *in extenso* au t. LXIV, p. 223 du *Philosophical Magazine*, MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe ont essayé de rattacher à l'hypothèse de la tension superficielle des lames liquides les phénomènes que présentent les solutions salines sursaturées. Avec une théorie dont je n'aurai pas à discuter la valeur, on trouve dans ce travail la description d'un certain nombre de faits en contradiction évidente avec ceux que j'ai fait connaître en 1865 et 1866, et dont j'ai eu, bien des fois depuis, l'occasion d'éprouver l'exactitude. Cette circonstance m'a conduit à répéter le système d'expériences sur lesquelles MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe ont fondé leur théorie nouvelle; et comme la netteté des résultats affirmés par ces physiciens et les conséquences formelles qu'ils en ont déduites ne laissaient place à aucune ambiguïté, il était évident que, pour moi du moins, cette vérification ne serait en aucun cas infructueuse.

» Je me suis attaché à deux des quatre conclusions de leur Mémoire, qui seules se prêtent à des expériences donnant un résultat positif et qui ont été formulées en ces termes :

---

(1) *Comptes rendus*, t. LX, p. 833 et 1047; t. LXI, p. 71, 289 et 847; t. LXIII, p. 843; t. LXVI, p. 853. *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 1re série, t. III, p. 167.

« 1° Si l'on dépose à la surface d'une solution sursaturée une goutte d'un liquide à faible tension superficielle, cette goutte s'étale et provoque la cristallisation, soit immédiatement, soit au bout de quelques minutes.

» 2° De même qu'un liquide à faible tension fait cristalliser la solution sursaturée, de même un solide couvert d'une couche plus ou moins épaisse d'un pareil liquide détermine la cristallisation subite ou graduelle. »

» Les solutions sursaturées qu'ils employaient étaient particulièrement celles de sulfate de soude; ils ont quelquefois fait usage de solutions d'acétate de soude, d'alun de potasse, d'alun ammoniacal et de sulfate de magnésie; quant aux liquides à faible tension superficielle qu'ils amenaient à la surface de ces solutions, c'étaient le plus souvent des huiles fixes ou volatiles, d'origine végétale ou animale. Je me suis astreint à répéter scrupuleusement les expériences qui ont conduit leurs auteurs aux conclusions précédentes, et je vais indiquer seulement les principaux résultats auxquels je suis parvenu.

» Avec le sulfate de soude, j'ai fait une solution sursaturée contenant deux parties de sel à dix équivalents d'eau pour une partie d'eau; je l'ai introduite, après filtration, dans des ballons à col incliné, n'ayant jamais servi, que j'avais passés à l'acide sulfurique et lavés plusieurs fois à l'eau distillée; j'ai attendu jusqu'au lendemain pour procéder aux essais. A la surface de la solution froide, j'ai déposé une goutte des liquides suivants : essences de térébenthine, de citron, d'orange, de romarin, de cajeput, de lavande, d'anis; huiles d'olive, de lin, d'amandes douces, de ricin, de foie de morue, de poisson; pétrole, benzine, créosote, alcool vinique et alcool méthylique : en tout, dix-huit substances, que j'ai essayées chacune dans trois ballons distincts. Tous ces liquides se sont étalés à la surface des solutions, sous forme d'une pellicule présentant, avec un grand éclat, les couleurs des lames minces, à l'exception de la créosote, dont la pellicule se déformait rapidement sur les bords, et des alcools vinique et méthylique, qui formaient une couche mince très-fugitive, et toutes les solutions sont restées limpides. Ainsi, sur *cinquante-quatre* ballons essayés, et dans lesquels j'ai observé la pellicule qui, suivant MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe, provoque toujours la cristallisation, il ne s'en est pas trouvé *un seul* où il y ait eu cristallisation de la solution sursaturée de soude; et, huit jours après, les ballons étaient encore dans le même état.

» J'ai réalisé la même expérience avec l'acétate de soude, l'alun de potasse, l'alun ammoniacal, le sulfate de magnésie, auxquels j'ai joint l'hyposulfite de soude et le tartrate double de potasse et de soude. J'ai touché les

solutions sursaturées de ces substances avec chacun des dix-huit liquides indiqués ci-dessus; dans toutes, j'ai observé la production d'une pellicule mince; mais, dans ce total de *cent huit* essais, il n'y a pas eu *une seule* fois cristallisation de la solution sursaturée, ni immédiatement, ni après dix jours. Je crois donc pouvoir conclure de ces expériences que les lames minces des liquides indiqués, auxquelles on attribuait une action élective sur les particules salines, sont absolument insuffisantes pour déterminer la cristallisation des solutions salines sursaturées, soit immédiatement, soit au bout d'un temps quelconque.

» Pour contrôler l'autre proposition, relative à l'action des corps solides sur les solutions sursaturées, j'ai frotté avec de l'huile d'olive dix-huit baguettes de verre, que j'ai ensuite plongées dans des solutions sursaturées d'acétate de soude, d'hyposulfite de soude et de tartrate double de potasse et de soude; elles ont produit une lame mince, colorée à la surface de la solution; mais dans aucun cas il n'y a eu cristallisation immédiate ou consécutive. J'ai essayé aussi, avec les mêmes solutions, et par groupes de six, dix-huit baguettes de verre qui depuis plusieurs mois avaient séjourné au milieu d'un laboratoire de chimie, et aucune d'elles n'a provoqué la cristallisation. Ainsi la conclusion relative à l'action des corps solides sur les solutions salines sursaturées n'est, pas plus que la première, d'accord avec les faits : il n'y a donc pas lieu à une théorie fondée sur la tension superficielle des lames liquides.

» Comment se fait-il que des observateurs aussi consciencieux que MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe aient pu être victimes d'une illusion aussi complète? C'est ce que je vais essayer d'indiquer sommairement. J'ai établi, en 1865, que certaines solutions salines peuvent se conserver indéfiniment, à l'état de sursaturation, entre des limites déterminées de température, tant qu'elles ne sont pas rencontrées par une parcelle, si petite qu'elle soit, de la matière dissoute, au même degré d'hydratation, ou d'un corps isomorphe. J'ai fait voir, de plus, que dans l'air flottent normalement des parcelles de sulfate de soude, très-rares dans l'air de la campagne, mais très-abondamment répandues dans les laboratoires, surtout lorsqu'on expérimente sur cette substance, qui donne par l'efflorescence une poussière extrêmement ténue. Il résulte de là que tous les liquides qui ne dissolvent pas cette substance en contiennent des traces, si les vases qui les renferment ont été débouchés sans des précautions spéciales : les liquides dont on s'est servi sont précisément dans ce cas. Il importe aussi de ne jamais laisser les ballons qui contiennent la solution au

libre contact de l'air, sans protéger leur ouverture contre la chute de parcelles salines. En prenant quelques précautions, commandées par ces deux circonstances, on arrive assez facilement à éviter l'accès de ces poussières, dont une quantité, pour ainsi dire infiniment petite, suffit pour solidifier la solution sursaturée. Ces précautions, indispensables pour le sulfate de soude, et aussi pour les aluns, dont la dissémination est presque comparable à celle du sulfate de soude, seraient superflues pour les autres sels, qui n'existent dans l'air que lorsqu'on les y met, s'il n'arrivait pas presque toujours qu'on dissémine pendant les opérations ces substances, dont les poussières nagent dans l'atmosphère qui entoure l'expérimentateur. C'est sans doute pour n'avoir pas tenu suffisamment compte de ces causes d'erreur, que MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe ont été conduits à attribuer aux liquides une action qui n'était due qu'aux particules cristallines en suspension, lorsque la cristallisation était immédiate, et aux poussières cristallines disséminées dans l'air, lorsque le phénomène de la cristallisation n'apparaissait que plus tard. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme; par* **M. A. Trève.**

« Je viens essayer de donner quelques développements au phénomène que j'ai indiqué dans ma Note du 2 décembre dernier.

» Si l'on place une aiguille aimantée, ai-je dit, au talon (point neutre) d'un aimant en fer à cheval, cette aiguille, sollicitée par les deux forces égales et de sens contraire du couple magnétique, prend une position axiale. Si l'on rapproche de l'une des extrémités de l'aimant une pièce de fer doux, on voit l'aiguille s'écarter graduellement de sa position d'équilibre au fur et à mesure que le fer doux pénètre plus avant dans la sphère d'attraction du pôle envisagée. La déviation angulaire de l'aiguille est un maximum quand le fer doux est au contact.

» Or voici ce que j'ai observé. Si l'on applique successivement de nouvelles masses de fer doux sur les trois autres faces de l'extrémité de l'aimant, supposé quadrangulaire, on dépasse le maximum en question, et l'aiguille aimantée est de plus en plus déviée. Si toutes ces pièces de fer doux n'en faisaient qu'une, l'effet en serait nécessairement plus accentué.

» Je crois pouvoir en tirer les conclusions suivantes :

» Dans les machines de Clarke, de Nollet, etc., il y aurait peut-être avantage à transformer le mouvement circulaire continu actuel des bobines en mouvement rectiligne alternatif. Les noyaux de fer doux des

bobines seraient taillés de telle façon, que les extrémités des aimants pourraient alternativement y pénétrer et en sortir. Les forces magnétiques de ces derniers seraient ainsi plus complétement utilisées, je le crois du moins.

» J'ai dit, dans la même Note du 2 décembre, que si l'on applique une masse de fer doux aux deux pôles d'un aimant en fer à cheval, on peut facilement, au moyen d'une petite boussole, constater le déplacement de ces pôles. J'insiste sur ce fait, en l'appuyant des considérations suivantes :

» Le fer doux qui « ferme un aimant en fer à cheval » devient un aimant et emmagasine par conséquent, dans des proportions en rapport avec sa masse, le magnétisme libre de l'aimant. J'ai appliqué, il y a trois ans, cette propriété à un appareil imaginé par M. Bréguet pour l'explosion des mines, et j'espère bientôt, avec l'autorisation du Ministre de la Marine, saisir l'Académie des résultats obtenus.

» Quoi qu'il en soit, l'aimant « fermé » n'est plus lui-même, pas plus que le fer doux appliqué ; cet ensemble de l'aimant et du fer doux forme un système nouveau de forces en équilibre, et il est naturel que les *centres primitifs de forces magnétiques* (qui jusqu'à ce jour ont reçu le nom de pôles) se déplacent et prennent la position correspondant à ce système. Au moment de suspendre mes recherches, pour longtemps peut-être, il ne sera peut-être pas inutile de résumer quelques-uns des résultats que j'ai notés.

» Wertheim constata qu'un fer doux passant à l'état d'aimant rendait un son : d'où mouvement vibratoire du métal, mouvement intermoléculaire, démontré par mon expérience des diapasons, et plus directement peut-être par une déviation galvanométrique. (*Voir* ma Note du 30 septembre.) J'ai cru pouvoir en conclure que ce mouvement était la cause première, la raison d'être des courants d'induction.

» Dans ma Note du 2 décembre, j'ai montré, par diverses expériences, que ce mouvement vibratoire se propageait à grande distance, en le saisissant sur tout son parcours par un fil induit.

» Tout ce qui précède constate que je ne me suis occupé que de l'aimant à « l'*état actif* », et que je n'ai abordé en aucune façon la grande question de « la distribution du magnétisme » dans un aimant permanent, c'est-à-dire dans son « *état passif* ». Au reste, dans l'aimant, a dit un savant illustre, il y a tout un monde ; et si, partis de points différents, j'ai l'honneur de me rencontrer avec un maître respecté, M. Jamin, c'est que ses enseignements n'ont pas été stériles. »

CHIMIE. — *Note sur quelques dérivés des oxychlorures de silicium; par* **MM. L. Troost** *et* **P. Hautefeuille.**

« Dans une Note précédente, nous avons établi que les divers oxychlorures de silicium peuvent s'obtenir en soumettant l'un d'entre eux à l'action de la chaleur seule. Nous avons pu, en utilisant cette réaction, nous procurer des quantités notables de chacun d'eux et étudier quelques-unes de leurs propriétés.

» L'alcool absolu, en agissant sur ces divers oxychlorures, donne lieu à des réactions qui rappellent celles observées par Ebelmen entre l'alcool et le bichlorure de silicium. La totalité du chlore passe à l'état d'acide chlorhydrique, et il se forme un éther silicique qui contient autant d'équivalents d'oxyde d'éthyle qu'il y avait d'équivalents de chlore dans l'oxychlorure.

» Ces oxychlorures ne présentant pas le même degré de condensation, les éthers qui leur correspondent appartiennent à des types différents. Ainsi le bichlorure de silicium Si^2Cl^4 donne le silicate d'éthyle $(C^4H^5O)^4Si^2O^4$ étudié par Ebelmen; l'oxychlorure $Si^4O^2Cl^6$ produit, comme l'ont établi MM. Friedel et Ladenburg, le composé $(C^4H^5O)^6Si^4O^8$ (1). Avec l'oxychlorure $Si^8O^8Cl^8$ on obtient, ainsi que nous allons le démontrer, un composé $(C^4H^5O)^8Si^8O^{16}$ (2). Les oxychlorures dont la formule est plus complexe réagissent de même sur l'alcool absolu; mais les points d'ébullition des éthers correspondants étant très-élevés, il est extrêmement difficile de séparer avec certitude le produit principal des composés dus à des réactions secondaires.

» Nous nous occuperons aujourd'hui de l'oxychlorure $Si^8O^8Cl^8$. Ce corps réagit sur l'alcool à la température ordinaire; mais, dans ces conditions, outre le produit principal, il se forme une grande quantité d'autres éthers siliciques provenant de réactions secondaires. L'acide chlorhydrique, mis en liberté dans l'action de l'oxychlorure sur une partie de l'alcool, réagit sur une nouvelle quantité de ce liquide en donnant du chlorure d'éthyle et de l'eau. La présence de cette eau détermine, comme dans les expériences d'Ebelmen, la production constante d'une série d'autres éthers siliciques, qui compliquent singulièrement l'étude du produit de la réaction principale.

» Nous sommes arrivés à des résultats plus satisfaisants en faisant tom-

(1) Disilicate hexéthylique.

(2) Tétrasilicate octoéthylique.

ber l'alcool absolu goutte à goutte dans une cornue tubulée où l'oxychlorure était maintenu à une température voisine de son point d'ébullition. Dans cette disposition, l'acide chlorhydrique est entraîné au fur et à mesure qu'il prend naissance, et ne réagit que dans le récipient sur l'alcool en excès; le produit resté dans la cornue est à peu près pur. En effet, le liquide qu'elle contenait passait à peu près en totalité à la distillation entre 270 et 290 degrés. Sa composition en centièmes donnée par l'analyse est :

	I.	II.	III.	$(C^4H^5O)^8Si^8O^{16}$.
Carbone......	35,89	35,79	»	35,82
Hydrogène....	7,45	7,70	»	7,42
Silicium......	»	»	20,20	20,89
Oxygène......	»	»	»	35,83
				100,00

» L'éther ainsi obtenu est un liquide mobile, d'une densité égale à 1,071 à zéro et 1,054 à 14°,7. La densité de sa vapeur a été prise à 350 degrés (mercure en ébullition); elle a été trouvée égale à 19,54, ce qui conduit à la formule $(C^4H^5O)^8Si^8O^{16}$ correspondant à 4 volumes. Cet éther est très-soluble dans l'éther ordinaire et dans l'alcool. L'eau ne le dissout pas; il y reste sous forme de gouttelettes huileuses qui, peu à peu, deviennent opalines, puis blanches, et se décomposent en silice et alcool. La décomposition est plus rapide quand, au lieu d'eau pure, on emploie de l'eau alcoolisée.

» *Action du gaz ammoniac sur les éthers dérivés des oxychlorures.* — La silice jouant le rôle d'acide polybasique dans l'éther que nous venons de décrire, nous avons pensé que, si l'on faisait agir sur lui le gaz ammoniac, on pourrait avoir une réaction semblable à celle que M. Dumas a réalisée par l'action de ce gaz sur l'oxalate neutre d'éthyle, et obtenir ainsi une série de composés analogues à l'*oxaméthane;* c'est ce que l'expérience a confirmé. En effet, si, après avoir dissous l'éther silicique dans l'éther ordinaire, on y fait passer un courant de gaz ammoniac sec, il y a mise en liberté d'alcool. On enlève, par distillation dans le vide, le gaz ammoniac en excès, ainsi que l'éther ordinaire et la petite quantité d'alcool régénéré. Le produit de la réaction est un liquide huileux dont la composition correspond à la formule $(C^4H^5O)^7Si^8O^{15}AzH^2$.

» En prolongeant très-longtemps l'action du courant du gaz ammoniac et séparant de même par distillation l'excès de gaz, l'éther et l'alcool, nous avons obtenu un second produit qui donne à l'analyse des résultats

conduisant à très-peu près à la formule $(C^4H^5O)^6Si^8O^{14}Az^2H^4$; mais ce corps se décompose lentement pendant sa purification à chaud dans le vide.

» Nous n'avons pas réussi à introduire dans le composé un plus grand nombre d'équivalents d'ammoniaque.

» Cette réaction du gaz ammoniac se produit également avec le composé $(C^4H^5O)^6Si^4O^8$; on obtient alors l'éther composé dont la formule est $(C^4H^5O)^5Si^4O^7AzH^2$. C'est un liquide huileux, se vaporisant très-lentement dans le vide vers 280 degrés. Il résiste assez bien à l'action de l'eau pour qu'on puisse le purifier en le traitant par l'eau chaude et le dessécher ensuite dans le vide.

» On obtient aussi le composé $(C^4H^5O)^4Si^4O^6Az^2H^4$; mais, de même que le produit correspondant obtenu avec le corps $(C^4H^5O)^8Si^8O^{16}$, il se décompose lentement quand on le purifie dans le vide.

» Au lieu de faire réagir le gaz ammoniac sur ces éthers siliciques, on peut obtenir les mêmes dérivés ammoniacaux en faisant agir ce gaz sur les oxychlorures correspondants dissous dans un excès d'éther ordinaire anhydre; mais la séparation des produits est beaucoup plus pénible, par suite de la grande quantité de chlorhydrate d'ammoniaque qui s'y trouve mêlée. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau mode de production de l'ozone, au moyen du charbon;* deuxième Note de **M. A. Boillot.**

« Dans ma Communication du 22 juillet 1872, j'ai annoncé qu'on peut produire l'ozone en employant le charbon comme corps conducteur de l'électricité. En donnant la description de l'appareil, j'ai dit que je ne doutais pas que le charbon de cornue ne pût remplacer le coke avec avantage. Cette prévision vient d'être réalisée. Voici comment l'expérience a été instituée :

» On a pris un tube de 40 centimètres de long, ayant un diamètre intérieur de 13 millimètres. Dans ce tube, on en a introduit un autre, long de 45 centimètres, et ayant 10 millimètres de diamètre intérieur.

» L'espace annulaire existant entre les deux tubes a été rempli de charbon de cornue finement pulvérisé; dans le tube intérieur, j'ai mis du même charbon simplement concassé, afin de multiplier la surface. Dans l'intérieur du petit tube circulait un courant d'oxygène desséché, pendant que l'appareil était mis en communication avec l'électricité d'induction donnée

par une bobine de Ruhmkorff, absolument comme dans l'expérience de ma précédente Note. La bobine marchait avec 5 éléments moyens de Bunsen.

» Trois dosages de l'ozone obtenus ont été faits par le procédé de M. Thenard. La première épreuve a donné $0^{gr},0277$ d'ozone par litre d'oxygène ayant traversé l'appareil. La deuxième épreuve m'a fourni $0^{gr},04092$ d'ozone. Enfin le troisième dosage a produit $0^{gr},046$ d'ozone. J'explique ces différences par les pertes qui ont eu lieu dans le premier essai, et par le meilleur fonctionnement des piles qui marchaient mieux à la fin qu'au commencement.

» Dans ces expériences, les effluves électriques se produisaient sans aucune étincelle perceptible. En promenant les doigts le long de la surface extérieure du gros tube, on constatait, par des picotements continus, l'uniformité de la production des effluves.

» Je crois pouvoir conclure que ce procédé est susceptible de fournir de l'ozone en abondance et à très-bon compte. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage des quantités d'oxygène dissoutes dans l'eau de pluie et dans l'eau de la Seine;* Note de **M. A. Gérardin.**

« J'ai dosé, au moyen du procédé de Schützenberger et Gérardin (*Comptes rendus*, 14 octobre 1872), la quantité d'oxygène dissous dans l'eau de pluie; j'ai trouvé :

			Oxygène par litre.
Le 29 octobre			cc 8,00
Le 25 novembre			4,33
Le 26	»		3,17
Le 27	»	matin	4,80
Le 27	»	midi	4,40
Le 27	»	soir	2,63
Le 28	»		2,59
Le 29	»	matin	3,19
Le 29	»	soir	4,72
Le 30	»		3,78
Le 2 décembre			3,77
Le 4	»		3,22
Le 7	»		4,04
Le 8	»		4,00

» Les pluies fines et persistantes sont moins riches en oxygène que les pluies abondantes et passagères. La division des gouttes semble augmenter la surface de déperdition de l'oxygène dissous.

» J'ai examiné, en même temps, l'oxygène dissous dans l'eau de Seine, pendant la crue. La Seine renfermait :

	Oxygène par litre.	L'étiage étant, au pont au Change,
	cc	m
Le 9 octobre	3,75	1,80
Le 30 »	6,00	2,10
Le 19 novembre	3,99	4,00
Le 24 »	3,33	5,20
Le 27 »	3,40	5,30
Le 1er décembre	3,51	5,80
Le 2 »	3,78	5,90
Le 4 »	3,83	5,80
Le 8 »	3,60	5,90

» Ces déterminations ont été faites sur place. Elles sont les moyennes de plusieurs déterminations, qui ne différaient entre elles que par deux ou trois unités de l'ordre des centièmes de centimètre cube. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la pénétration des leucocytes dans l'intérieur des membranes organiques;* Note de M. LORTET, présentée par M. Milne Edwards.

« En 1868, lorsque nous avons publié nos premières recherches sur l'origine des leucocytes et leur passage à travers les membranes organiques, nous n'étions pas encore suffisamment fixés sur la nature des conditions qui peuvent faciliter ou arrêter ce phénomène physiologique. Depuis cette époque, nous avons répété un grand nombre de fois nos expériences, et nous en avons fait beaucoup de nouvelles.

» Voici les propositions qui peuvent résumer nos recherches sur ce point de Biologie générale :

» 1° Toutes les membranes organiques sont aptes à laisser passer les leucocytes en voie de formation. Ce passage s'opère plus ou moins rapidement selon la nature de la membrane : lorsqu'elle est trop épaisse ou trop résistante, les leucocytes n'en effectuent pas en entier le passage, mais pénètrent seulement jusqu'à une certaine profondeur. Dans ce phénomène de passage, jamais nous n'avons vu les leucocytes perforer les cellules des tissus. Les cellules et les fibres des membranes sont simplement écartées. Au microscope, on peut voir de véritables bataillons de leucocytes pénétrant en longues bandes entre les fibres des différentes membranes employées.

» Le phénomène du passage et de la pénétration des leucocytes à travers les membranes a été constaté par moi en employant des ampoules faites

avec des vessies de poisson, de la baudruche, du papier à dialyse, différents péritoines, etc. La pénétration directe a été observée sur des fragments de ces membranes mises dans des plaies suppurantes convenables. Les parois des veines, des artères, la cornée de l'homme et de différents animaux se laissent également pénétrer par les leucocytes.

» Les leucocytes de l'homme et des animaux se comportent absolument de la même manière, dans des conditions identiques.

» Sur l'homme, cette expérience est très-facile à faire avec la membrane de la chambre à air d'un œuf de poule, ou même avec des œufs entiers. Après avoir enlevé sur une certaine zone la coque calcaire de l'œuf, en ayant soin de ne pas léser la membrane de la chambre à air, on applique délicatement l'œuf ainsi préparé sur une plaie récente dont la suppuration va s'établir. Le poids du jaune et de l'albumine établit un contact parfait entre la membrane et la surface de la plaie mise en expérience. L'œuf est ainsi maintenu dans sa position par du coton et un bandage approprié. Après douze heures et quelquefois beaucoup moins, les leucocytes ont pénétré en grand nombre la membrane de l'œuf, l'ont perforée même de part en part, et se trouvent réunis en foule sur la face interne de la membrane; beaucoup même se répandent dans les couches albumineuses voisines.

» De simples fragments de la membrane de la chambre à air, des morceaux de cornée de divers animaux, laissés seulement pendant deux heures sur une plaie récente, ont présenté les mêmes phénomènes de pénétration. Il faut seulement que ces fragments soient bien appliqués sur la surface suppurante.

» 2° Ainsi que je l'avais déjà démontré en 1868, la pression extérieure n'a aucune influence sur la pénétration plus ou moins rapide, plus ou moins profonde des leucocytes.

» 3° Pour que la pénétration puisse s'opérer rapidement et régulièrement, il faut *absolument* que la membrane sur laquelle on opère soit appliquée aussi exactement que possible sur la membrane suppurante. Ce fait semblerait prouver que les leucocytes peuvent mieux cheminer entre les fibres mêmes des tissus que dans l'intérieur du liquide fourni par la plaie mise en expérience.

» 4° Pour que la pénétration puisse s'effectuer, il faut que les leucocytes soient jeunes et vivants, c'est-à-dire en voie de formation et doués encore de leurs mouvements amiboïdes. Dès qu'ils deviennent granuleux, opaques et immobiles, le phénomène n'a plus lieu.

» C'est ce qui explique pourquoi l'expérience ne donne qu'un résultat négatif lorsqu'on opère sur des plaies anciennes ne contenant plus qu'un pus crémeux, dont les éléments ont évidemment perdu la propriété de se mouvoir.

» 5° Il faut enfin que la température soit convenable. A + 30 degrés centigrades, les leucocytes du lapin et de l'homme m'ont paru perdre le mouvement. A + 45 degrés, ils s'agglutinent les uns aux autres, se déforment et deviennent complétement immobiles. Dans ces deux cas, la pénétration n'a pas lieu. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur l'usage et le mode d'action de l'huile de foie de morue en Thérapeutique; par* **M. E. Decaisne.** (Extrait par l'auteur.)

« En résumé, de mes observations sur 12 rachitiques, 36 scrofuleux et 51 phthisiques soumis à l'huile de foie de morue, je crois pouvoir conclure :

» 1° C'est surtout dans le rachitisme, comme l'ont déjà établi un grand nombre de praticiens, que l'huile de foie de morue manifeste son action la plus indiscutable, et même curative.

» 2° Elle ne guérit ni les scrofules ni la phthisie.

» 3° Dans ces trois affections, comme dans toutes celles auxquelles elle s'oppose, elle agit comme analeptique et reconstituant, et, comme telle, peut s'appliquer au traitement de tous les états de l'économie qui présentent une cachexie générale, sans s'adresser en particulier à telle ou telle maladie. J'ajoute que je ne fais d'ailleurs que répéter ici ce qu'ont dit à ce sujet la plupart des praticiens français qui ont étudié sérieusement le médicament.

» 4° Voulant vérifier, autant que possible, les assertions du Dr Pollock, au sujet de l'engraissement des veaux, des porcs et des moutons soumis à l'huile de foie de morue, j'ai pesé la plupart des enfants atteints légèrement de scrofules et de rachitisme, avant, pendant et après le traitement : j'ai pu constater comme lui que, lorsque la dose dépasse une certaine limite, variable avec les individus, le poids cesse d'augmenter, et que cette cessation d'accroissement coïncide avec la perte de l'appétit et la réduction de la nourriture.

» 5° Contrôlant les expériences de Headlam Greenhow, qui prétend que l'augmentation de poids a toujours cessé chez ses malades atteints de phthisie, lorsque, par l'usage de l'huile de foie de morue, ils avaient atteint leur poids normal, je n'ai pas obtenu les mêmes résultats que cet habile obser-

vateur. Dans plusieurs cas, en effet, par la consommation et l'administration de l'huile de foie de morue, le poids normal a été dépassé.

» 6° Contrairement à un certain nombre de médecins qui prétendent que l'huile de foie de morue est d'autant plus efficace qu'on l'emploie à une période plus avancée de la phthisie, l'expérience m'a démontré que le médicament n'est utile qu'à la première et au commencement de la seconde période de la maladie, et quand il y a peu ou pas de fièvre. Quelques médecins anglais ne sont pas d'accord sur ce point avec les médecins français.

» 7° Chez les enfants surtout, quand on dépasse une certaine limite, l'huile de foie de morue produit une espèce de lientérie, et on la retrouve souvent dans les selles.

» 8° Partant de ce principe, aujourd'hui parfaitement admis, que la digestion et la division extrême des corps gras est une des fonctions du pancréas, que le suc pancréatique opère la digestion des matières albuminoïdes, et que l'activité fonctionnelle de cet organe se lie d'une manière étroite à celle de la digestion gastrique, j'administre toujours l'huile de foie de morue aux repas, et non dans leur intervalle. »

M. Ed. Fournié, en réponse à la réclamation de priorité adressée par M. *Beaunis*, dans la séance précédente, fait observer qu'il pensait avoir suffisamment indiqué, d'un côté, les titres de M. Beaunis à l'antériorité; de l'autre, la part qu'il croit pouvoir lui-même revendiquer dans l'application de la même idée. En effet, ses « Recherches expérimentales sur le fonctionnement du cerveau » contiennent les passages suivants :

« Le procédé que nous avons découvert avait été déjà imaginé par M. le Dr Beaunis, professeur de Physiologie à Nancy, comme l'a prouvé, depuis, l'ouverture d'un pli cacheté que l'auteur avait déposé à l'Académie de Médecine pour prendre date de son invention. Mais, avant l'ouverture de ce pli, avant que le secret de l'inventeur fût publié, nous avions déposé un pli analogue et écrit dans le même but à l'Académie des Sciences. » Et plus loin : « L'ouverture ultérieure du pli de M. Beaunis est venue nous prouver, non pas que la précaution fût inutile, mais que nous avions eu l'honneur de nous rencontrer avec lui sur le même terrain, inspirés tous les deux par les mêmes idées. Personnellement nous ne pouvons que nous en féliciter. »

A 6 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 16 décembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Commission internationale du mètre. Réunions générales de 1872. Procès-verbaux. Paris, Imprimerie nationale, 1872; in-8°.

Le Moniteur scientifique, journal des sciences pures et appliquées, fondé et dirigé par le Dr G. QUESNEVILLE, t. XIV; 3e série, t. II. Paris, Quesneville, 1872; 1 vol. in-8°.

Éléments de Thérapeutique et de Pharmacologie; par A. RABUTEAU; 2e fascicule. Paris, Lauwereins, 1873; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Ch. Robin pour les prix de Médecine et Chirurgie, 1873.)

Revue d'artillerie; 1re année, liv. 1, 2, 3, octobre à décembre 1872. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1872; 3 liv. in-8°.

Nouveau traité de Chimie industrielle; par R. WAGNER, édition française, publiée d'après la 8e édition allemande; *par* le Dr L. GAUTIER; t. II, fasc. 5. Paris, F. Savy, 1873; grand in-8°.

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr JACCOUD; t. XVI, GEN-GRIP. Paris, J.-B. Baillière, 1873; in-8°.

Considérations sur l'instruction. Ce qu'elle est, ce qu'elle devrait être; par F.-M. BAUDOUIN. Paris, Dentu, 1868; in-8.

Société d'Horticulture et d'Acclimatation de Tarn-et-Garonne. Note explicative pour le concours séricicole de Roveredo (Autriche), septembre 1872; par M. L. BERGIS. Sans lieu ni date, Mémoire autographié; petit in-4°.

De la rivalité de l'esprit Leibnizien et de l'esprit Cartésien au XVIIIe *siècle, suivie d'une Notice sur Gueneau de Montbeillard; par* M. F. PAPILLON. Orléans, typ. E. Colas, 1872; br. in-8°.

Voyage de MM. Antinori, Beccari et Issel dans la mer Rouge et le pays des Bogos. Mollusques. I. *Du nouveau genre asiatique francesia.* II. *Description de quelques espèces nouvelles des environs d'Aden; par* le Dr A. PALADILHE. Genova, 1872; in-8°.

Mémoire sur les affections syphilitiques précoces du système osseux; par Ch. MAURIAC. Paris, A. Delahaye, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Pasteur.)

J. Ericsson. *Chaleur rayonnante du Soleil.* New-York, 1872; opuscule in-4°.

Schweizerische meteorologique Beobachtungen; August-September-October-November 1871. Sans lieu ni date; 4 br. in-8°.

Gazdasagi muszaki vegytan. Kézikonyv felsobb gazdasagi Tanintézétk Hallgatoi irta L. Wagner. Pest, 1870; in-8°.

A termeszettan elvei alkalmazasukban a gazdaszatra, kulonos tekintettel magyarorszag gazdasagi viszonyaira irta L. Vagner. Pest, 1868; in-8°.

Handbuck der Tabak-n Cigarrenfabrikation, etc.; von L. Wagner. Weimar, Fr. Boigt, 1871; in-8°. (Ces ouvrages de M. L. Wagner seront soumis à l'examen de la Section d'Économie rurale.)

Die bierbrauerei, etc.; von L. Wagner. Weimar, Fr. Boigt, 1870; in-8°, avec atlas in-4°.

Grundzüge einer neuen Störungstheorie und deren Anwendung auf die Théorie des mondes *entworfen von* Dr A. Weiler. Leipzig, W. Engelmann, 1872; in-4°.

Bestimmung der Parallaxe des zweiten Argelander'schen Sternes aus Messungen am Heliometer der Sternwarte zu Bonn in den Jahren 1857-1858; *von* F.-A.-T. Winnecke. Leipzig, W. Engelmann, 1872; in-4°.

Gli esperimenti vulcanici del prof. Gorini, relazione di A. Issel. Genova, 1872; br. in-8°.

Publications scientifiques de l'Université impériale de la nouvelle Russie, 1867-1868, 6 vol. grand in-8°; 1868-1871, 5 vol. in-8°. Odessa, 1867-1871; 11 vol. en langue russe.

ERRATA.

(Séance du 9 décembre 1872.)

Page 1632, ligne 33, *au lieu de* Chondrostoma Peresi, *lisez* Chondrostoma Ceresi.
Page 1636, première ligne, *au lieu de* Squalins, *lisez* Squalius.
» ligne 19, *au lieu de* Chondrostoma Peresi, *lisez* Chondrostoma Ceresi.
» » *au lieu de* M. l'abbé Pérès, *lisez* M. l'abbé Cérès.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 DÉCEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Mathieu présente à l'Académie, de la part du Bureau des Longitudes, la *Connaissance des Temps* pour l'année 1874. Cette publication a été malheureusement beaucoup retardée par la guerre; mais le volume de l'année suivante 1875 paraîtra dans quelques mois.

On trouvera, dans les *Additions*, les déterminations des méridiens fondamentaux de Shang-Haï et de Pondichéry, par le lieutenant de vaisseau Fleuriais, et adoptées par le Bureau des Longitudes.

ASTRONOMIE APPLIQUÉE. — *Sur la situation actuelle du Bureau des Longitudes; par* M. Faye.

« Le jour où la Chambre discutait le budget du Ministère de l'Instruction publique, un député s'est levé et a demandé s'il ne serait pas à propos de réduire ou même de supprimer le Bureau des Longitudes. Il affirmait que ce corps ne rendait pas à la Science les services que l'État était en droit d'exiger de lui.

» Le Bureau est une émanation de l'Académie : vous ne sauriez, Messieurs, rester indifférents à son sort, et bien que le Bureau, uniquement occupé des intérêts qui lui sont confiés, ne songe guère à se défendre, vous

permettrez qu'un de ses Membres ne laisse pas sans réponse des attaques proférées dans une autre enceinte. J'ose espérer que vous voudrez bien apprécier le sentiment qui m'inspire et le ton de cette discussion.

» Ce n'est pas, Messieurs, la première fois que nos grands Établissements scientifiques, qui font tant d'honneur au pays, deviennent, à tour de rôle, l'objet de critiques passionnées. On profite pour cela de l'avénement de nouveaux Gouvernements, que l'on suppose plus faciles à émouvoir, ou bien des moments de crise pendant lesquels l'État, pliant sous de lourds fardeaux, a besoin de faire des économies.

» Malheureusement ce sont toujours des hommes de science plus ou moins connus qui se chargent de ces exécutions. Mais leurs attaques sont bientôt jugées : si elles échouent devant une appréciation plus calme, on s'applaudit de ne pas avoir découronné la France de ses institutions; si elles réussissent, on regrette tôt ou tard les ruines qu'elles ont faites, et l'on s'efforce de les réparer.

» La création du Bureau des Longitudes est justement une de ces mesures réparatrices. On a voulu, en 1795, réunir en un faisceau quelques forces scientifiques éparpillées par nos troubles civils, parce que la nation, dirigée alors par des hommes éclairés et voyant les choses de haut, avait senti qu'elle avait un impérieux besoin de ces forces.

» La Marine avait besoin d'éphémérides astronomiques, d'instruments d'observation, de chronomètres, de cartes exactes. La Guerre avait besoin de vastes travaux géographiques. Les arts de précision avaient disparu; plus de haute horlogerie, plus d'instruments d'optique : il fallait les rappeler, les soutenir, les relever. L'Astronomie était désorganisée : le Directeur de l'Observatoire avait été chassé; l'établissement était en proie à l'anarchie. Le Gouvernement entreprit de satisfaire d'un seul coup à tous ces besoins dont le caractère commun était de dépendre des sciences mathématiques, et il créa le Bureau des Longitudes.

» Il y appela des géomètres comme Laplace, Lagrange, Prony; des astronomes, comme Delambre, Lalande, Cassini et Méchain; des navigateurs comme Borda et Bougainville; pour géographe, il nomma Buache; pour artiste, Caroché; pour adjoints, Lefrançais-Lalande et Bouvard.

» Il chargea ce Bureau fortement constitué de calculer la *Connaissance des Temps* et de publier l'*Annuaire;* de déduire de la Science les Tables des planètes nécessaires aux calculs des éphémérides; de diriger l'Observatoire pour lui faire produire régulièrement les observations indispensables; de perfectionner les instruments et les méthodes applicables à la navigation; de

prendre la direction des travaux géodésiques, bases des Cartes de la Guerre et de la Marine; de donner l'impulsion aux arts de précision dont la Marine, la Guerre et la Science ont un besoin journalier.

» Relier ainsi dans une institution bien définie des théoriciens comme Laplace, des astronomes comme Delambre à des hommes d'application et de pratique, tel a été le but de la Convention. Cette manière de rendre la science mathématique productrice d'utilité publique sans la ravaler, et d'honorer les applications et les arts qui en dépendent sans les faire dévier, en unissant dans un même corps leurs représentants les plus célèbres, est une idée toute française.

» Jusque sous le premier Empire elle fut largement comprise, même à l'étranger. Il faut voir avec quelle émotion Olbers, dans sa correspondance allemande avec Bessel, raconte les séances du Bureau des Longitudes où il lui a été donné d'assister, à l'époque où son pays était incorporé à la France.

» Au début de la Restauration, alors que le pays avait à payer comme aujourd'hui des indemnités de guerre et à solder une armée d'occupation, le Bureau fut conservé. En voici la composition : *géomètres :* Laplace, Legendre et Prony; *astronomes :* Delambre, Bouvard, Lefrançais-Lalande, Burckardt; *navigateurs :* Rossel, de Rosily-Mesros; *artistes :* Lenoir, Bréguet, Lerebours; *adjoints :* Biot, Arago, Poisson, Mathieu ; *Astronomie orientale :* Sédillot.

» Le Gouvernement de Juillet était non moins favorable aux sciences; le Bureau continua de rendre des services à l'Astronomie, à la Navigation et aux Arts. Ses membres étaient alors : *géomètres :* Poisson et Prony; *astronomes :* Bouvard, Arago et Biot; *navigateurs :* de Freycinet et amiral Roussin; *hydrographe :* Beautemps-Beaupré; *artiste :* Lerebours; *adjoints :* Mathieu, Damoiseau, Savary et Largeteau.

» Sous le second Empire, cette existence paisible fut troublée tout à coup. Au décès d'Arago commença une période de difficultés que je n'entreprendrai pas de décrire. Ses membres étaient naguère : *pour l'Académie :* Liouville, Le Verrier, Delaunay ; *pour l'Astronomie :* Mathieu, Laugier, Villarceau, Faye et Puiseux; *pour la Marine :* amiral Paris, de la Roche-Poncié; *pour la Guerre :* le maréchal Vaillant; *artistes :* Bréguet, Lerebours.

» Aujourd'hui les temps sont durs comme en 1815; la France a subi d'effroyables revers. Si la petite dotation du Bureau des Longitudes était nécessaire, nous serions les premiers à en proposer l'abandon; mais, malgré ses malheurs, la France n'en est pas réduite à de tels sacrifices. Loin de là, elle veut recueillir, ranimer, développer même ses institutions

scientifiques. Pour elle, ce n'est pas une charge, c'est une compensation, et nous sommes convaincu que le pays, éclairé sur ses véritables intérêts, ne consentira pas à supprimer le Bureau des Longitudes; nous demanderons, au contraire, qu'on le garantisse de toute tentative d'amoindrissement en lui donnant les moyens d'action qu'il n'a cessé de réclamer.

» Nous venons de lire une page de l'histoire du Bureau en passant en revue la liste de ses Membres à des époques caractéristiques. Ces listes montrent l'esprit qui a constamment présidé à ses choix. Elles comprennent, à toutes les époques, des noms illustres parmi les géomètres, les astronomes, les navigateurs, les géographes et les artistes. Parcourons maintenant leurs travaux; voyons ce que le Bureau a accompli.

» Les géomètres ont dignement tenu la première place; les travaux des Laplace, des Lagrange, des Poisson, des Poinsot, des Liouville, publiés dans la *Connaissance des Temps*, prouveraient au besoin combien ces grands hommes avaient pris à cœur leur collaboration.

» Les astronomes ont calculé pour le Bureau, d'après les théories de Laplace, les Tables astronomiques. Le Bureau a publié les Tables du Soleil et des satellites de Jupiter, calculées par Delambre; celles d'Uranus, de Saturne et de Jupiter, calculées par Bouvard; celles de la Lune, calculées par Burckardt. Celles des planètes les moins importantes, Mars, Vénus et Mercure, ont été déduites par Lindenau des théories de Laplace.

» A cette époque, l'Europe entière construisait ses éphémérides nautiques et astronomiques au moyen des Tables du Bureau des Longitudes. Jamais on n'en a fait en Angleterre; les Allemands n'avaient encore publié que ces trois petites Tables des planètes intérieures et les Tables de la Lune de Bürg; encore celles-ci ont-elles été récompensées par le double grand prix de l'Académie et publiées par le Bureau. Elles ont été plus tard remplacées par celles de Burckardt.

» Le Bureau ne se lassait pas de provoquer de nouveaux progrès : c'est pour lui que Damoiseau publia les nouvelles Tables des satellites de Jupiter, et bientôt après celles de la Lune, Tables dont on n'a pas fait assez usage, malgré leur supériorité.

» C'est encore pour le Bureau et avec les observations de l'Observatoire de Paris que M. Le Verrier construisit ses Tables de Mercure, suivies plus tard de celles de Vénus, du Soleil et de Mars.

» Aujourd'hui la Lune seule fait une exception momentanée. Toute l'Astronomie planétaire est basée sur les Tables françaises, faites par des Membres du Bureau, à la demande du Bureau qui a tenu à honneur de

garder à la France le privilége de rendre à la science universelle cet hommage et cet immense service.

» Nous disions que les Tables de la Lune font aujourd'hui exception. Les nôtres ont été remplacées par des Tables calculées en Allemagne par Hansen, aux frais du Gouvernement anglais. Mais le Bureau des Longitudes, mis en possession ces jours-ci, grâce aux travaux herculéens de M. Delaunay, d'une théorie définitive de la Lune, s'occupe de construire de nouvelles Tables d'après cette théorie exempte de tout empirisme, et bientôt cette unique lacune aura disparu.

» Il est bien probable que les détracteurs du Bureau n'ont pas la moindre idée de cette série de travaux.

» Le Bureau des Longitudes a publié chaque année les éphémérides connues depuis près de deux siècles sous le nom de *Connaissance des Temps*, œuvre indispensable qui a servi de modèle aux publications analogues des autres pays, c'est-à-dire au *Nautical Almanac*, aux éphémérides de Coïmbre, à celles de Milan, au *Jahrbuch* de Berlin, etc. Si quelques personnes ont proposé de supprimer toutes ces entreprises nationales, et de charger une agence universelle de publier chaque année, pour tous les pays à la fois, une seule et même éphéméride, c'est là une tendance utopique que le Bureau n'a jamais dû prendre en considération ; car la publication régulière d'éphémérides nautiques, dans tout pays qui possède une marine, est une condition d'indépendance nationale. Il faut en ajourner la réalisation à l'époque où le genre humain aura enfin fondé la paix universelle. Pour la science pure, c'est autre chose ; mais les promoteurs de pareilles idées oublient tout simplement que le Bureau des Longitudes a déjà réalisé la seule partie pratique des combinaisons qu'ils nous proposent, en publiant les Tables astronomiques pour toutes les nations, Tables dont elles ne font pas faute de se servir chaque jour pour leurs Astronomes et pour leurs Marins.

» Le Bureau a eu longtemps sous sa main l'Observatoire ; il en a délégué la direction d'abord à Bouvard, puis à Arago. Si, dans un pays plus préoccupé de théorie pure que de pratique, l'Observatoire, alors maigrement doté, n'a pas réalisé, à chaque heure, tous les progrès qu'on lui demandait, du moins il en est sorti des hommes de mérite : Arago, Mathieu, Daussy, Savary, Mauvais, Laugier, etc. ; personne ne s'est plaint, pas même du traitement de 2,000 francs que l'on touchait à l'Observatoire. Ces hommes se contentaient de la perspective d'appartenir un jour au Bureau, plus tard à l'Académie des Sciences ; car vous vous rappelez ces noms-là, Mes-

sieurs, ils sont des nôtres pour la plupart. Aujourd'hui l'État est beaucoup plus libéral; les hommes de mérite ne manquent pas non plus; mais sont-ils contents de leur sort comme leurs prédécesseurs, du temps où le Bureau avait l'Observatoire dans ses attributions? Je n'en jurerais pas.

» Le Bureau ne réclame pas la direction de l'Observatoire : il se contente du rôle bien peu gênant qui lui a été attribué par un décret récent dont les sages dispositions, sanctionnées par une longue expérience, méritent d'être conservées.

» La Géodésie française, qui a dû les grands travaux de la fin du dernier siècle aux Membres du Bureau, a reçu longtemps du Bureau son impulsion. C'est le Bureau des Longitudes qui a envoyé en Espagne Biot et Arago pour prolonger notre méridienne jusqu'aux Baléares.

» C'est le Bureau qui a présidé, par ses plus illustres Membres, la Commission de la Carte de France. Il a pris part aux travaux de la mesure du parallèle moyen; et si, peu à peu, les Ingénieurs géographes du Dépôt de la Guerre ont tenu à honneur de diriger seuls leurs belles opérations, le Bureau n'en a pas été jaloux : ce sont les auteurs de cette séparation qui, seuls, ont pu regretter plus tard une indépendance d'ailleurs non contestée. Mais j'exagère; les savants Ingénieurs ou Officiers du Dépôt de la Guerre n'ont jamais cessé d'adresser leurs travaux au Bureau des Longitudes, de réclamer ses conseils et d'y chercher la récompense de leurs travaux.

» La navigation doit au Bureau la publication régulière des éphémérides dont elle a besoin chaque année. Quel est le marin qui s'en est jamais plaint? S'il y a eu des plaintes, elles sont venues d'autre part. Un jour, M. Libri, pris en flagrant délit d'erreur dans un calcul, rétorqua l'argument en accusant à son tour la *Connaissance des Temps* d'avoir commis une erreur de date pour la fête de Pâques. On se rappelle, à l'Académie, la noble réponse du vénérable Membre du Bureau qui dirigeait alors les calculs, M. Bouvard. Dans ces dernières années, la *Connaissance des Temps* a été dirigée par un non moins vénérable Membre de l'Académie, M. Mathieu. Il a dû, pour la mettre au niveau des besoins actuels, s'adresser personnellement, je dirai presque en secret, au Souverain. Depuis deux ans, elle était passée aux mains d'un des plus habiles géomètres de notre époque, M. Puiseux, qui a été obligé ces jours-ci, par l'état de sa santé, de la quitter. Nous comptons qu'elle sera dignement continuée par son successeur, M. Lœwy; il saura y introduire les quelques perfectionnements de détails que peut encore réclamer l'Astronomie.

» Mais ce ne serait pas assez pour rendre justice à une institution qui a compté parmi ses Membres des géomètres comme Poisson, des physiciens comme Arago, des marins comme Rossel et l'amiral Roussin, et le père de l'Hydrographie française Beautemps-Beaupré. Sans parler du perfectionnement des instruments nautiques (Borda, Gambey, etc.), et surtout des chronomètres de la Marine dont le Bureau n'a perdu le dépôt qu'à l'époque où l'Observatoire est sorti de ses mains, des méthodes de Poisson pour corriger l'erreur des compas sur les navires en fer, méthodes devenues aujourd'hui indispensables, le Bureau a pour ainsi dire créé, de concert avec nos marins, la science toute moderne qu'on nomme Physique du globe. Ce sont les Membres du Bureau qui ont été, par son ordre, porter le pendule sur le parallèle moyen de Bordeaux à Fiume, et sur la grande méridienne anglo-franco-espagnole; mais ce sont nos marins qui, sur la demande du Bureau, l'ont été porter, à leur tour, sur le reste du globe; ce sont eux qui ont entamé et poursuivi longtemps, presque seuls, l'étude du magnétisme terrestre au moyen d'instruments construits par Gambey sous les yeux du Bureau, et de méthodes qu'ils venaient essayer à notre Observatoire. Sans doute l'Académie des Sciences a eu la plus grande part à ces expéditions, qui ont illustré notre marine à une certaine époque; mais que ceux qui survivent disent si le concours du Bureau, pour la préparation matérielle, ne leur a pas été utile? Vous savez d'avance leur réponse.

» C'est du Bureau et de son Observatoire que partaient les observations de la température du sol et l'ébauche des belles études de météorologie géographique de Humboldt : c'est dans ses séances et dans ses discussions qu'ont été inspirées des recherches de Poisson, d'Arago, dont l'Académie a eu justement le fruit, mais dont nous avons eu les prémices. Il y aurait tout un beau chapitre de la science à écrire rien qu'à tirer de nos procès-verbaux le sommaire des discussions relatives à la Physique du globe, aux applications projetées ou accomplies de l'optique, du magnétisme, de l'électricité, de la thermométrie, des sondages, etc. A cette époque, tous les navigateurs savants étaient en relation avec le Bureau, et, s'ils recevaient de l'Académie leurs instructions, ils venaient près de nous se mettre en mesure de les remplir.

» Mais n'oublions pas nos artistes. Après Lenoir, créateur des cercles géodésiques, aujourd'hui oubliés, mais dont on aurait tort de méconnaître la valeur et les services, vint Fortin, qui, sans appartenir au Bureau, construisit pour son Observatoire un magnifique cercle mural, digne d'être placé au-dessus des plus beaux spécimens de l'art anglais; puis Gambey,

autre Membre du Bureau, dont la réputation européenne avait pour base non-seulement une incomparable habileté, mais aussi une connaissance approfondie du but et des méthodes qu'il fallait traduire en instruments de précision. Cette connaissance, il la puisait dans ses relations avec le Bureau dont il suivait assidûment les séances. Gambey a construit pour le Bureau la lunette méridienne et le cercle mural qui servent encore à l'Observatoire actuel. Nous voilà bien loin de l'époque où le Président du Bureau, pour doter à ses frais l'Observatoire d'un bel instrument, était obligé de le commander en Allemagne. Si aujourd'hui on exécute ici d'importantes commandes de l'étranger, c'est au Bureau que revient le mérite d'avoir honoré, encouragé, promu les artistes français. Pouvons-nous omettre ici le nom d'un de nos plus chers collègues, nom illustré par les travaux de plusieurs générations, celui de Bréguet, dont la maison a gardé la tête pour l'horlogerie de précision et l'a prise pour les grandes industries qui dérivent le plus immédiatement de nos sciences, telles que la télégraphie électrique; Bréguet, dont les ateliers sont en même temps un laboratoire scientifique, et que nous trouvons toujours prêt pour en réaliser les conceptions, qu'il s'agisse de l'appareil d'Arago destiné à mesurer la vitesse de la lumière, ou du régulateur tout nouveau de l'un de nos collègues actuels?

» On vient de le voir, ce n'est pas seulement du passé que nous avons à nous honorer : cette histoire de bons services rendus au pays et à la science se prolonge jusqu'à nos jours par les Tables de Le Verrier et les théories de Delaunay, par les progrès de la *Connaissance des Temps*, par les travaux de nos artistes et les études spéciales de nos collègues. Alors, à côté d'entreprises que nous venons de mener à bonne fin, comme celle des méridiens fondamentaux destinée à offrir à la Géographie et à la navigation actuelle le moyen d'utiliser une masse immense d'observations précieuses, il faudrait parler aussi des travaux qu'il a voulu entreprendre : tels que la révision astronomique du réseau de la Géodésie française pour laquelle il a déjà réuni les instruments les plus parfaits, de la carte magnétique de la France, etc. Bornons-nous à mentionner ses derniers services. C'est à lui qu'est due la première expédition de M. Janssen pour l'application de l'analyse spectrale à l'étude du Soleil, et il ne s'est désintéressé d'aucune autre du même savant. C'est lui qui a poussé le Dépôt de la Guerre à opérer la révision de la méridienne. C'est lui qui fait calculer les nouvelles Tables de la Lune, œuvre retardée mais non interrompue par la mort de M. Delaunay. C'est lui qui a publié, en France du moins, les premières,

les plus essentielles indications sur le passage de Vénus. C'est lui qui a saisi l'Académie de la grande question internationale du système métrique, actuellement en pleine marche vers une solution honorable pour le pays et utile au monde entier.

» Enfin c'est lui qui a étudié, préparé la réorganisation de l'Observatoire français sur un plan consacré par l'expérience, dont l'exécution assurerait la légitime influence de l'Académie en même temps que la marche d'un établissement aujourd'hui encore menacé par des difficultés intestines.

» Espérons que la Chambre ne voudra pas porter la main sur une institution féconde, composée de tant d'illustrations, qui a rendu et qui peut rendre encore tant de services. Nous oserons lui représenter que la meilleure manière de répondre à cette attaque injuste, ce serait d'accorder au Bureau des Longitudes les moyens de remplir encore mieux sa mission. »

Sur la proposition de **M. Chasles**, l'Académie charge la Commission désignée pour formuler un avis sur les propositions relatives à la révision de la méridienne de France de prendre également connaissance de la Communication de M. Faye.

ÉLECTRO-CAPILLARITÉ. — *Mémoire sur l'emploi des forces électrochimiques et électrocapillaires pour la formation, en proportions définies, des amalgames et de plusieurs composés cristallisés ; par* **M. Becquerel**. (Extrait.)

« On a rappelé, dans le Mémoire, le principe sur lequel reposent les actions électrocapillaires, et qui consiste dans la propriété que possède la couche de liquide adhérant à la surface des corps, par affinité capillaire, de conduire les courants électriques à la manière des corps solides conducteurs, et dont on a fait une application à la réduction des métaux dans des tubes fêlés contenant une dissolution métallique et plongeant dans une dissolution de monosulfure alcalin; les deux moitiés de la fissure, dans le sens de la largeur, du côté de la dissolution métallique, servent d'électrodes négatives; d'autres effets chimiques ont été également produits, et ils dépendent tous de la force électromotrice qui se manifeste dans la réaction des deux dissolutions l'une sur l'autre.

» Ce principe a de nombreuses applications dans la nature organique comme dans la nature inorganique.

» Les expériences, dont les résultats sont exposés dans le Mémoire, ont

été faites : 1° avec les couples électrochimiques simples ; 2° avec les couples électrocapillaires, fonctionnant d'abord à la température ordinaire, puis à la température de 50 à 60 degrés.

» *Première série d'expériences.* — On a mis dans un tube, fermé à la lampe par l'une de ses extrémités, du protochlorure de mercure, puis on y a introduit une lame de cuivre et de l'eau distillée; le tube a été introduit dans une éprouvette fermée avec soin. Voici les effets produits : en peu de temps, dépôt de mercure sur la partie de la lame de cuivre en contact avec le protochlorure, laquelle s'est rapidement amalgamée, puis le mercure s'est déposé çà et là sur la lame en gouttelettes qui ont été changées peu à peu en petits cristaux brillants d'amalgame de cuivre d'un blanc argentin. Il s'est formé ensuite lentement sur la lame de cuivre des cristaux brillants de protochlorure et de protoxyde du même métal.

» Les cristaux d'amalgame paraissent identiques avec ceux de l'amalgame d'argent naturel, mais ils n'ont été parfaitement caractérisés qu'après un laps de temps assez considérable, plus de trente années après. Cette lente cristallisation ne serait-elle pas due à ce que l'amalgame étant soluble dans la mercure, à mesure que ce dernier a disparu par l'effet d'une amalgamation ultérieure avec le cuivre, la cristallisation s'est opérée comme celle d'un sel en dissolution dont le dissolvant s'évapore.

» Les cristaux d'amalgame ont pu être confondus quelquefois avec ceux d'argent dans les gisements où l'on trouve ces derniers.

» Voici les causes de la production de l'amalgame et des composés cristallisés : dissolution dans l'eau en très-faibles proportions de protochlorure de mercure, dépôt de mercure d'abord sur la partie de la lame de cuivre en contact avec le protochlorure, d'où résulte un couple voltaïque, dont la partie supérieure est le pôle positif; ce couple décompose l'eau et le protochlorure de mercure qu'elle tient en dissolution ; l'oxygène, en se combinant avec le cuivre du pôle positif, produit du protoxyde qui cristallise dans le système régulier; l'hydrogène déposé au pôle négatif se combine avec le chlore du protochlorure, de là résulte de l'acide chlorhydrique qui réagit sur la partie positive de la lame de cuivre et produit du protochlorure de cuivre, qui cristallise aussi dans la système régulier. Le protochlorure de mercure tenu en dissolution dans l'eau est décomposé çà et là sur la lame de cuivre et forme autant de couples partiels. Les actions électrochimiques cessent aussitôt que le protochlorure de mercure a été décomposé en totalité et le mercure complétement combiné.

» L'amalgame de plomb cristallisé a été produit de la même manière : les

cristaux sont des cubes avec des troncatures sur les angles; il s'est formé également d'autres produits cristallisés de plomb.

» La formation de l'amalgame cristallisé d'étain a présenté une particularité remarquable : l'étain métallique a cristallisé en prismes droits rectangulaires, modifiés sur les arêtes verticales, en même temps qu'il s'est formé de l'amalgame au fond du tube.

» On a cherché ensuite l'action de la chaleur sur la production électrochimique des amalgames cristallisés et des produits qui les accompagnent; la chaleur à une température de 50 à 60 degrés active les réactions chimiques qui sont dues au concours des affinités de la chaleur et des forces électriques; la chaleur augmente la conductibilité des liquides pour l'électricité, sans modifier sensiblement la force électromotrice, et facilite la décomposition des corps; les conditions sont donc les plus favorables pour obtenir un maximum d'effet.

» L'amalgame d'argent cristallisé a été obtenu comme il suit : on a introduit dans un tube un mélange en proportions atomiques à peu près égales de protochlorure de mercure et de chlorure d'argent, de l'eau distillée et une lame de cuivre amalgamé dans la partie en contact avec le mélange des deux sels. On a fermé le tube qui a été placé pendant dix jours dans une étuve chauffée constamment à 60 degrés; voici les effets produits au contact du cuivre et du mélange : il s'est formé peu à peu des petits cristaux d'un gris argentin dans la partie de la lame au-dessus du mélange des divers chlorures; dix jours après, on a retiré les cristaux pour les analyser. On a trouvé la partie supérieure de la lame couverte de jolis cristaux de protoxyde et de protochlorure de cuivre; l'analyse a prouvé que l'amalgame était formé de 2 équivalents de mercure et de 1 équivalent d'argent, comme l'amalgame naturel.

» L'amalgame de cuivre cristallisé a été obtenu également dans le même temps avec le chlorure de mercure, une lame de cuivre et l'eau, mais en très-petits cristaux. En substituant à l'eau une dissolution saline, les effets sont plus complexes, mais s'expliquent facilement à l'aide des principes qui régissent les actions électrochimiques lentes.

» Je rapporte quelques résultats obtenus avec un appareil exposé à une température de 60 degrés, et renfermant une lame d'argent, du protochlorure de mercure et une dissolution de nitrate de cuivre concentrée : il s'est déposé sur la lame d'argent une foule de jolis cristaux appartenant à différents composés, et tellement enlacés les uns dans les autres qu'il n'a pas été possible de les séparer. Ces cristaux examinés au microscope en les

éclairant avec une lumière artificielle, concentrée au foyer d'une lentille, ont été reconnus, d'après leur forme, appartenir au nitrate d'argent, au protochlorure de mercure, à l'oxychlorure de cuivre semblable au cuivre chloruré du Pérou, et au nitrate basique de cuivre.

» Avec le bi-iodure de mercure, une solution de chlorure de magnésium et une lame de cuivre, il s'est formé une multitude de cristaux appartenant à différents composés, notamment au double iodure de mercure et de cuivre.

» *Deuxième série d'expériences.* — J'ai repris l'étude des actions électrocapillaires produites dans des tubes fêlés, mais à l'aide de la chaleur; on conçoit comme il suit la grande puissance des courants électrocapillaires. Lorsqu'un courant traverse un liquide, son intensité est en raison inverse de la longueur du circuit et proportionnelle à la section; son action décomposante est donc d'autant moindre que la résistance augmente; il faut alors, pour la vaincre, augmenter la tension de la pile, en prenant un plus grand nombre de couples.

» Les appareils électrocapillaires donnent immédiatement le maximum d'action décomposante pour une force électromotrice et une conductibilité données des dissolutions, attendu que la résistance provenant de la longueur du circuit liquide à parcourir par le courant est à peu près nulle; la réduction du métal s'opère immédiatement dans la partie de la fêlure humectée par la dissolution métallique et la paroi contiguë intérieure.

» Les amalgames d'argent, de cuivre, etc., etc., ont été obtenus en quelques jours, en opérant avec les tubes fêlés, placés dans une étuve chauffée à 60 degrés. On a rempli à cet effet les tubes d'un mélange à proportions atomiques égales d'une dissolution de nitrate d'argent ou de nitrate de cuivre; avec une dissolution de nitrate d'argent et de nitrate de mercure, on n'a pas tardé à apercevoir sur la paroi du tube en contact avec le mélange des deux sels des dépôts dendritiques et cristallins d'un blanc mat, ressemblant à l'amalgame d'argent, mais la composition est différente; il est composé de 1 équivalent de mercure et de 1 équivalent d'argent. L'expérience a marché avec beaucoup plus de rapidité qu'à la température ordinaire.

» Lorsque l'on veut comparer les effets obtenus en opérant avec deux tubes fêlés, on éprouve d'assez grandes difficultés, attendu que l'on n'est jamais certain que les fêlures ont la même largeur, cette largeur exerçant une grande influence sur les effets produits. Si l'on veut employer successivement le même tube, on est arrêté encore par la crainte que cette largeur

n'ait augmenté, soit par les dépôts formés, soit par l'action de la chaleur. A la vérité, on obvie à cet inconvénient en cerclant les tubes avec des fils de platine ou des fils ordinaires; mais il arrive quelquefois que, lorsque l'expérience est de longue durée, les liens sont détruits.

» Le Mémoire renferme d'autres résultats dont on ne parle pas ici, attendu que ceux que l'on vient de rapporter suffisent pour montrer les avantages que l'on peut retirer du concours simultané des affinités de l'électricité et de la chaleur, dans l'étude des phénomènes qui dépendent des sciences physicochimiques. »

HYDRAULIQUE. — *Sur l'écoulement d'un liquide sortant d'un réservoir à niveau constant, par un grand orifice en mince paroi;* Note de **M. Phillips.**

« On sait que, pour un grand orifice rectangulaire, ou, plus exactement, pour un grand orifice dont la section conctractée est un rectangle ayant deux côtés horizontaux et les deux autres côtés verticaux, il arrive que, quoique la vitesse de tous les filets liquides ne soit pas la même dans la section contractée, la dépense calculée est très-approximativement la même, soit qu'on l'évalue en tenant compte de la différence entre les vitesses des filets, c'est-à-dire en prenant la somme ou l'intégrale des dépenses élémentaires correspondant aux divers éléments de la section contractée, soit qu'on néglige la différence entre ces vitesses, c'est-à-dire qu'on applique la règle relative à un petit orifice, en multipliant la vitesse du filet qui passe par le centre de gravité de la section contractée par l'aire de cette section. On sait aussi que le même fait existe dans le cas d'une grande section contractée circulaire.

» L'objet de cette Note est de démontrer que le fait dont il s'agit est plus général et qu'il a lieu pour toute section contractée, quelle que soit d'ailleurs sa forme, qui est symétrique par rapport à une droite horizontale située dans son plan.

» Soit, à cet effet, NN′ le niveau constant du liquide dans le réservoir, et soit SS la section contractée que nous supposons symétrique par rapport à l'horizontale LL située dans son plan. Désignons par Ω l'aire de la section contractée et par z la profondeur de l'horizontale LL au-dessous du niveau NN′; z est aussi la profondeur du centre de gravité de la surface SS au-dessous du plan horizontal NN′.

» Supposons qu'on partage cette surface SS en une infinité de tranches élémentaires au moyen de droites verticales infiniment voisines les unes

des autres, et soit $aa'bb'$ l'une quelconque de ces tranches élémentaires comprise entre les deux verticales infiniment voisines aa' et bb'. Soient ac et $a'c'$ deux horizontales dont les extrémités c et c' sont sur la verticale bb'. La dépense infiniment petite du rectangle élémentaire $aa'cc'$, dont deux côtés sont horizontaux et les deux autres côtés verticaux, peut être prise pour celle de la tranche élémentaire $aa'bb'$, car elle n'en diffère que d'une quantité infiniment petite du second ordre.

» Soient donc : q la dépense de cette tranche élémentaire, ω sa surface et A son centre de gravité, lequel est situé sur la droite LL. D'après ce qui a été dit plus haut, relativement à une section contractée rectangulaire ayant deux côtés horizontaux et les deux autres côtés verticaux, on a, très-approximativement,

$$q = \omega\sqrt{2gz}.$$

» Soit maintenant Q la dépense totale pour la section contractée SS. On aura

$$Q = \Sigma q = \Sigma(\omega\sqrt{2gz}) = \sqrt{2gz}\,\Sigma\omega,$$

ou, finalement,

$$Q = \Omega\sqrt{2gz},$$

ce qui démontre le fait énoncé.

» Il est bon d'observer que, quand on traite la question dont nous venons de donner un complément, et qui était déjà résolue dans les deux cas particuliers cités plus haut, on suppose l'existence d'une section contractée traversée normalement par tous les filets liquides, et l'on suppose de plus cette section contractée connue. La dépense totale étant la somme ou l'intégrale des dépenses élémentaires correspondant à tous les éléments de la section contractée, on n'a plus alors qu'à calculer la vitesse de chaque filet dans cette section, ce qui se fait en appliquant à chaque filet le théorème de Daniel Bernoulli. Mais, pour déduire de là cette vitesse, il est encore nécessaire d'admettre que la pression rapportée à l'unité de surface soit constante dans toute l'étendue de la section contractée et égale à la pression du milieu gazeux dans lequel s'écoule la veine liquide, ce qui, pour être rigoureusement vrai, exigerait que chaque molécule, immédiatement après avoir traversé la section contractée, ait exactement le même mouvement que si elle était un point matériel libre soumis uniquement, à part la résistance du milieu, à l'action de la pesanteur. »

M. Élie de Beaumont fait hommage à l'Académie de l' « Éloge historique de Jean Plana, l'un des huit Associés étrangers de l'Académie », prononcé par lui à la séance publique du lundi 25 novembre 1872.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Lalande pour 1872.

MM. Faye, Mathieu, Villarceau, Le Verrier, Puiseux réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Liouville, Bertrand.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de neuf Membres, qui sera chargée de juger le Concours du grand prix de Médecine et de Chirurgie (applications de l'électricité à la thérapeutique) pour l'année 1872.

MM. Cl. Bernard, Nélaton, Becquerel, Robin, Cloquet, Bouillaud, Andral, Sédillot, Jamin réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Edm. Becquerel, Milne Edwards, Wurtz.

RAPPORTS.

ÉLECTROCHIMIE. — *Rapport sur les recherches de M.* Arn. Thenard, *concernant les actions des décharges électriques sur les gaz et les vapeurs.*

(Commissaires : MM. Dumas, Fremy, Edm. Becquerel rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés d'examiner les publications faites par M. Arnould Thenard et qui sont relatives aux effets de décomposition produits par les décharges électriques sur les gaz et les vapeurs, notamment sur l'acide carbonique.

» Les effets dus à l'action de l'étincelle électrique sur les gaz composés sont fort complexes; car si, d'une part, une décomposition peut avoir lieu, de l'autre les éléments séparés, s'ils restent gazeux, tendent à reconstituer le composé primitif; le résultat final, après une action d'une certaine

durée, doit donc être différent suivant que l'un des éléments séparés est solide, liquide ou gazeux, à la température ambiante, et doit dépendre de la température plus ou moins élevée que produit le passage de l'étincelle, ainsi que des recompositions qui peuvent s'effectuer dans le voisinage de celle-ci.

» M. Arnould Thenard s'est placé dans des conditions telles, que l'action calorifique ne s'étendît autour des points excités qu'à la plus faible distance possible. Au lieu d'étincelles éclatant dans un tube eudiométrique, il a fait usage de l'effluve électrique, c'est-à-dire des décharges plus ou moins obscures produites de proche en proche entre les particules gazeuses elles-mêmes. Il a eu recours pour cela à la disposition d'appareil simple et très-ingénieuse imaginée par M. Houzeau pour la production de l'ozone, les conditions nécessaires à cette transformation allotropique de l'oxygène paraissant semblables à celles qu'il se proposait d'utiliser. Cette disposition permettait en outre de soumettre à l'influence électrique, successivement et par parties distinctes, des volumes quelconques de gaz ou de vapeurs.

» Plusieurs additions et modifications importantes ont été apportées par M. Arnould Thenard à ce mode d'expérimentation et ont été étudiées par lui avec beaucoup de soins pour reconnaître quelles sont les conditions les plus favorables, tant à la formation de l'ozone qu'à la décomposition de l'acide carbonique. Ses observations l'ont conduit à reconnaître qu'il était préférable que l'effluve électrique fût produite entre des surfaces polies en verre qu'entre des conducteurs métalliques. Il a vu également que l'action de l'électricité désagrége le verre à sa surface en le recouvrant d'une poussière fine qui finit par transformer peu à peu les effluves en étincelles, c'est-à-dire donne à la décharge la forme qui, non-seulement ne produit pas les effets de l'effluve, mais même peut les détruire ; en enlevant cette poussière, on rétablit l'action efficace des tubes polis. Dans certaines circonstances qu'il a indiquées, des dépôts électrochimiques dans les tubes peuvent donner lieu aux mêmes effets.

» Ses recherches ont porté particulièrement sur l'acide carbonique, dont la décomposition partielle, depuis la fin du siècle dernier, a été le sujet de plusieurs travaux, en raison de l'action opposée que produit l'étincelle sur ce gaz et sur un mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, ces deux derniers gaz pouvant reconstituer l'acide carbonique dans un eudiomètre. Il a reconnu que, avec un courant très-lent d'acide carbonique circulant dans l'appareil spécial dont il fait usage, la décomposition en oxyde de carbone et oxygène pouvait s'élever jusqu'à 26,5 pour 100 de son

volume, tandis que si l'on opérait au moyen d'étincelles, comme de Saussure l'avait observé, on ne dépassait pas 7,5 pour 100.

» Il a montré également que les mélanges précédents renfermant jusqu'à 26,5 pour 100 d'acide carbonique décomposé reviennent à l'état de gaz à 7,5 pour 100 dans l'eudiomètre, la plus haute élévation de température due aux étincelles, dans ces dernières conditions expérimentales et ainsi que l'avaient montré les expériences de M. Berthelot, ne rendant pas sans doute possible un mélange explosif d'oxyde de carbone et d'oxygène dans de plus fortes proportions que celles-ci. Nous citerons encore ce fait, que l'oxygène provenant de la décomposition de l'acide carbonique, dans les appareils dont il est question ici, était sensiblement ozonisé. On doit observer que la décomposition de l'acide carbonique, produite par l'électricité dans cette circonstance, s'effectue à une température en apparence très-basse, et qu'il semble que ce soit la première fois qu'on se rapproche des conditions analogues à celles de la décomposition de ce gaz par les feuilles vertes sous l'influence de la lumière solaire.

» Il serait à désirer que ces expériences nouvelles, faites avec beaucoup de soin et dont nous avons pu constater les principaux résultats, fussent étendues à d'autres gaz et vapeurs en variant les intensités électriques entre de plus grandes limites, ainsi que la température ambiante et la vitesse des courants gazeux.

» Les recherches physico-chimiques qui se rapportent aux modifications que l'électricité fait éprouver aux corps simples et aux corps composés présentent un grand intérêt scientifique, car elles peuvent éclairer la question encore si obscure de l'allotropie des corps simples, et conduire à expliquer la décomposition que certains composés éprouvent dans l'organisme.

» Ce sont ces considérations qui nous font attacher une importance véritable aux recherches de M. Arnould Thenard; nous pensons donc que l'Académie voudra bien les encourager par son approbation, et engager ce jeune savant à poursuivre un sujet d'études dans lequel il a fait preuve d'une sagacité incontestable. »

MÉMOIRES LUS.

M. Janssen donne lecture de la première partie d'un Rapport sur la mission qui lui a été donnée par l'Académie, pour l'observation de l'éclipse du 12 décembre 1872.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Essai sur l'enchaînement des phénomènes météorologiques; par le* P. SANNA SOLARO.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Au lieu de m'occuper simplement, dans cette Note, des phénomènes du magnétisme terrestre, comme je l'avais annoncé dans ma Note précédente, je préfère prendre date pour mes vues sur l'ensemble de la météorologie. Je dis que, si l'on fait du Soleil la source principale de l'électricité terrestre et atmosphérique, les faits les plus difficiles à coordonner viennent prendre spontanément leur place dans la chaîne des phénomènes, apportant, pour ainsi dire, avec eux leur propre explication.

» *Électricité et vents des tropiques.* — Si l'électricité vient du Soleil, on comprend tout de suite pourquoi les phénomènes électriques prennent entre les tropiques, et surtout aux équinoxes, des proportions inconnues à nos climats; car ce sera dans ces contrées et à ces époques que l'électricité doit être plus considérable. Voilà pourquoi c'est entre les tropiques que prennent naissance les cyclones, phénomènes qu'il serait puéril de continuer à croire produits par des différences de température. C'est l'excès d'électricité de ces contrées qui, pour se mettre en équilibre, fait continuellement affluer l'air vers nos régions tempérées, et surtout vers le pôle de l'hémisphère que le Soleil a quitté. C'est là, d'après moi, la vraie cause des vents tropicaux et des vents en général qui, pendant l'hiver, nous apportent de l'Océan de si grandes quantités de vapeurs.

» *Aurores polaires.* — Maintenant, si toute la colonne d'air reposant sur la zone intertropicale est plus électrisée que tout le reste de l'atmosphère, que se passera-t-il vers les hautes régions de cette colonne? L'air y étant raréfié, l'électricité s'écoulera sans difficulté vers les hautes régions de l'atmosphère polaire sous forme lumineuse. Ce phénomène pourra avoir lieu à toutes les heures de la journée et à toutes les époques de l'année, mais plus particulièrement aux équinoxes. C'est, en effet, à cette époque surtout que les aurores polaires sont plus nombreuses. La raie verte vue par deux observateurs pendant l'aurore du 4 février dernier a fait penser à quelques savants que, cette raie n'existant pas dans le spectre solaire, les aurores polaires pourraient bien être des phénomènes cosmiques. Mais cette raie a été observée dans le phénomène de la Couronne : elle a donc son origine dans le Soleil.

» *Pression barométrique.* — Pour nous en rendre compte, voyons ce qui se passe sur les conducteurs d'une machine électrique à mesure que l'élec-

tricité se développe. Elle produit un effort contre l'air pour s'échapper, effort qui va toujours en augmentant jusqu'au moment où elle a atteint son maximum de pression. Or, quel ne doit pas être l'effort produit dans l'atmosphère par les immenses océans d'électricité accumulée au-dessus de nos têtes? Cet effort pourrait-il être regardé comme nul contre l'atmosphère? Ne diminuera-t-il pour rien le poids de l'atmosphère elle-même? C'est là, dans l'électricité, selon moi, qu'il faut chercher la cause principale des dépressions du baromètre. On comprendra alors sans peine pourquoi le baromètre baisse rapidement à l'approche du centre d'un cyclone, et pourquoi il monte parfois brusquement immédiatement après un éclat de tonnerre. C'est dans les phases de l'électricité qu'il faut chercher la cause des oscillations diurnes et annuelles. Il est vrai que le maximum diurne et annuel d'électricité ne correspond pas au moment du minimum barométrique; mais j'ai déjà dit, dans le premier volume de mes *Recherches sur les causes et les lois des mouvements de l'atmosphère*, que les méthodes d'expérimentation actuelles ne nous donnent que la différence des maxima entre le sol et l'atmosphère, et que, pour trouver le maximum vrai diurne et annuel, il faudrait porter les électromètres au-dessous du sol, tout en laissant les conducteurs à la hauteur où ils sont maintenant. Je suis convaincu qu'on trouverait entre les courbes électriques et les courbes barométriques le même accord qu'on trouve entre celles-ci et les courbes des variations magnétiques. Mais l'accord même de ces deux dernières prouve qu'elles résultent d'une cause commune. Les variations ordinaires diurnes et annuelles du baromètre sont, comme celles de l'aiguille aimantée, petites à l'équateur, beaucoup plus sensibles dans les latitudes moyennes, et presque nulles pendant l'hiver aux hautes latitudes. On pourrait être tenté d'attribuer à la chaleur les oscillations du baromètre, mais je ne crois pas que l'hypothèse des courants thermo-électriques puisse aujourd'hui être invoquée pour expliquer les variations magnétiques. Nous sommes donc forcés d'attribuer les deux phénomènes aux variations de l'électricité statique.

» *Marche inverse du baromètre et du thermomètre.* — On savait depuis longtemps que, lorsque le baromètre monte sensiblement, quelques jours après, le thermomètre descend; mais on doit à M. Ch. Sainte-Claire Deville l'honneur d'avoir mis hors de doute ce fait par la découverte de l'identité des courbes des deux instruments. Si l'on admet que la dépression est due à une accumulation d'électricité, on comprendra que cette électricité, en s'échappant par bouffées, refroidira l'air en proportion de la tension qu'elle possède : le baromètre montera de suite, tandis qu'il faudra

quelques jours pour que l'abaissement de la température puisse être transmis jusqu'au thermomètre. Mais les deux phénomènes prennent naissance en même temps et par une même cause.

» *Tremblements de terre.* — Les tremblements de terre sont de deux espèces : les uns ont leur origine dans l'intérieur du globe, les autres, assurément non moins redoutables, sont des phénomènes qui se passent à l'extérieur. J'ai étudié un fort grand nombre de tremblements de terre, j'ai visité les lieux où plusieurs centaines de personnes venaient de périr sous des ruines, je me suis trouvé moi-même en divers endroits à l'occasion de fortes secousses, et j'ai acquis la conviction profonde que les tremblements de cette seconde espèce sont les plus nombreux. Voici sommairement quelques faits à l'appui de cette manière de voir : 1° le plus souvent, les tremblements de terre sont précédés par des bruits dans l'air, semblables au roulement du tonnerre, imitant parfois l'effet que produirait la décharge de grandes charretées de cailloux sur des pavés rocailleux; 2° ils sont souvent précédés par des phénomènes lumineux; 3° le plus souvent, on n'entend rien au-dessous du sol. A l'occasion du célèbre tremblement de Capo-Sele (9 avril 1853) (le phénomène a duré deux longs mois), on n'a pas éprouvé de secousses dans les caves. Moi-même, me trouvant à Salerne à cette époque, où les tremblements de terre, à certains jours, ont été nombreux, j'ai pu constater personnellement ce fait; 4° des objets sont lancés à de grandes distances, des murs transportés à trente pas (Calabres, 12 février 1834), des tuiles à 40 mètres (Afrique, plaine de la Metid-ja, 2 janvier 1867). J'ai vu à Rende, je crois (Calabres), une maisonnette qui avait été bâtie sur le sommet d'une colline, et que le tremblement de terre du 12 février 1854 avait rasée de ses fondements et transportée au bas de la colline elle-même; 5° j'ai vu dans la Basilicate, à Viggiano, une colonne qui, à l'occasion du tremblement de terre du 14 août 1850, avait été détachée de la façade d'une maison : le fût avait été tordu, et le chapiteau enfoncé en terre, son abaque en bas; 6° l'espace généralement ravagé par les tremblements de terre n'affecte pas la forme circulaire; le phénomène s'étend beaucoup en longueur et peu en largeur; 7° dans les villes qui tombent, les rues perdent leur alignement (Amérique du Sud, tremblement du 13 août 1868). Tous ces faits tendent à prouver que les tremblements de terre sont souvent des phénomènes extérieurs au globe, occasionnés par des ondes atmosphériques, qui seraient engendrées, d'après nous, par une rupture brusque de l'équilibre électrique entre la terre et l'atmosphère. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie une Note sur un nouveau système de navigation aérienne, de M. *J. Dumoulin,* qui avait été adressée par l'auteur à M. le Ministre de la Guerre.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. A. Braconnier adresse une nouvelle Note relative à un aérostat dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. J. Chatin adresse, pour le Concours du prix Barbier, des « Etudes botaniques, chimiques et médicales sur les Valérianées », et joint à cet envoi l'indication manuscrite des points sur lesquels il désire attirer spécialement l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission du prix Barbier.)

M. A. Denis adresse une Lettre relative à son précédent Mémoire sur l'électricité, intitulé « De quelques déductions tendant à simplifier les principes de la philosophie naturelle ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, Commission qui se compose de MM. Dumas, Fremy, Jamin.)

M. Rouget adresse une Note portant pour titre « Théorème qui étend aux racines imaginaires la méthode donnée par Sturm pour les racines réelles ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. O. Bonnet.

M. Barilla adresse une Note relative au choléra et à la maladie de la vigne.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera.*)

CORRESPONDANCE.

Lettre de M. le Ministre de l'Intérieur *à M. le Secrétaire perpétuel, concernant le projet de création d'un Institut en Algérie.*

« M. le Dr Marès, colon algérien, a mis sous les yeux de mon prédécesseur une Note dans laquelle il demande la création, dans la colonie, d'un Institut qui, dans le but d'assurer le développement industriel et agricole du pays, aurait pour mission spéciale de poursuivre l'exploration de ses richesses naturelles et d'approprier les méthodes et les procédés européens aux besoins particuliers d'une région nouvelle.

» M. le Gouverneur général civil de l'Algérie, consulté sur la possibilité d'appliquer les idées de M. le Dr Marès, pense qu'elles méritent d'être l'objet d'un examen attentif. C'est également mon opinion, et aujourd'hui que l'Académie des Sciences est saisie, j'ai l'honneur de vous exprimer moi-même le désir de voir le Mémoire de M. Marès suivi d'un Rapport approfondi. Ce Rapport ne pourrait que fournir des données très-utiles à la colonie, et l'Administration algérienne s'estimerait heureuse de poursuivre la réalisation des vues de l'Académie des Sciences, dans la limite de ses ressources et de ses moyens d'action. »

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie les trois premiers volumes des Annales du lycée Demidoff, qui ont été adressées pour elle à M. le Ministre des Affaires étrangères par M. le prince Orloff, ambassadeur de Russie.

M. Capitaneano prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les astronomes qui seront envoyés pour observer le passage de Vénus sur le Soleil, le 8 décembre 1874.

(Renvoi à la Commission.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. l'abbé *C. Chevalier*, intitulée « Origines tourangelles de Descartes » ;

2° Une brochure de M. *Bouchon-Brandely*, intitulée « Le Collége de France ».

3° Une brochure de M. *Maurin*, portant pour titre « De la mortalité des enfants en bas âge ».

Ce dernier travail sera renvoyé à la Commission du Concours de Statistique.

M. le Secrétaire perpétuel signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *F. Plateau*, intitulée « Recherches physico-chimiques sur les articulés aquatiques (2e Partie) », et donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« La première Partie de ces recherches, dont un court extrait a paru dans les *Comptes rendus* (t. LXXIII, page 100; juillet 1871), était une étude expérimentale sur les causes de la mort des articulés d'eau douce dans l'eau de mer et des articulés marins dans l'eau douce. Le travail actuel renferme les résultats de nombreuses expériences, sur la résistance à l'asphyxie par submersion, l'action du froid et l'action de la chaleur. Voici les conclusions principales que j'ai cru pouvoir en déduire :

» 1° Les Coléoptères terrestres résistent à la submersion complète pendant fort longtemps (trois et quatre fois vingt-quatre heures);

» 2° Les Coléoptères et Hémiptères aquatiques nageurs, loin de présenter une résistance plus grande à l'asphyxie par submersion, ne sont pas mieux doués, à cet égard, que les insectes terrestres, et périssent même, dans la plupart des cas, plus vite. La cause de cette infériorité semble résider dans leur activité plus grande (au sein de l'eau) et, par suite, dans la dépense plus rapide d'oxygène, effectuée par les insectes aquatiques ;

» 3° Les articulés aquatiques de nos contrées résistent indéfiniment dans l'eau à la température de zéro ;

» 4° Le temps pendant lequel les articulés aquatiques peuvent être pris dans la glace à zéro, sans périr, est excessivement court. La cause première de la mort rapide, dans ces circonstances, paraît être la privation absolue de mouvement, et, par suite, l'absorption complète de la chaleur corporelle, sans restitution possible ;

» 5° Les températures les plus élevées, supportées sans accidents graves, oscillent entre 33°,5 et 46°,2, par conséquent entre des limites très-restreintes. Ces températures correspondent à celles d'un certain nombre de sources thermales connues, dans les eaux desquelles on pourra rencontrer des animaux articulés, toutes les fois que les sels ou les gaz en dissolution n'auront pas d'action nuisible;

» 6° Si l'on compare les résultats qui m'ont été fournis par les articulés aquatiques à ceux qui ont été obtenus à l'aide d'animaux appartenant à d'autres groupes, on trouve que la température la plus élevée que les animaux aquatiques (vertébrés, articulés et mollusques) peuvent supporter ne dépasse probablement pas 46 degrés C. »

ASTRONOMIE. — *Découverte et observations de la planète* (128), *faites à Ann Arbor par* **M. James Watson**; Note présentée par M. Yvon Villarceau.

« Le 25 novembre, à $7^h 30^m$, j'ai découvert une nouvelle petite planète dont j'ai obtenu les positions suivantes :

	Temps moy. de Ann Arbor.	α	δ
	h m s	h m s	° ′ ″
1872. Nov. 25...	9.49.31	4.21.44,92	+19.34.16,2
25...	10.21.51	4.21.43,44	19.34.19,9
25...	10.47.14	4.21.42,65	19.34.18,0
26...	11. 9. 4	4.20.40,72	+19.34.39,7

9e,5 grandeur.

» La dernière observation a été gênée par les nuages. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète (128), faites à Marseille;* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Le ciel a été un peu plus favorable cette semaine-ci que l'autre; j'ai pu obtenir de nouvelles positions de la planète (128), et continuer en outre mes recherches exploratives.

Planète (128).

Dates.	T. M. de Marseille. (Longchamps.)	Asc. droite apparente.	l(par. × Δ).	Dist. au pôle nord apparente.	l(par. × Δ).	Étoiles. de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
1872. Déc. 15.	7.43.37	4.3. 9,78	$\bar{1}$,4879	70.17.04,9	—0,6133	b
17.	8.35.33	4.1.35,03	$\bar{1}$,2863	70.15.37,5	—0,5734	b-c
18.	7.24.59	4.0.52,64	$\bar{1}$,4836	70.14.55,1	—0,6115	c
19.	9.12.50	4.0. 6,13	$\bar{1}$,0174	70.14. 3,5	—0,5557	c

Étoiles de comparaison.

(Position moyenne pour 1872.)

Nom des étoiles.	Ascension droite.	Dist. pol. nord.	Grandeur.
	h m s	° ′ ″	
b 150 Weisse, H. IV..............	4.9.22,19	70.22.23,1	8e à 9e
c Étoile comparée à 150 Weisse, H. IV.	4.3.14,05	70.16.52,1	10e à 11e

GÉODÉSIE. — *Sur la station astronomique de Dar-Beïda (près d'Oran);* Note de M. F. **Perrier**.

« J'ai fait construire, en 1869, un observatoire temporaire à Dar-Beïda, près d'Oran, et en ce point, préalablement rattaché à la grande chaîne algérienne par une triangulation spéciale, j'ai déterminé, au moyen d'un cercle méridien de Brünner :

» 1° La latitude du lieu, par la mesure des distances zénithales méridiennes d'étoiles culminant à moins de 30 degrés du zénith;

» 2° La longitude, par l'observation des passages de la Lune et des étoiles au méridien;

» 3° L'azimut d'une mire très-voisine du méridien, placée à 7035 mètres au sud du pilier de l'instrument, et rattachée aussi à la triangulation.

» Les séries d'observations de latitude sont au nombre de vingt; elles correspondent à dix origines différentes, également réparties sur le limbe, de 18 en 18 degrés, et, pour chaque origine, à chacune des deux positions du cercle (cercle à l'est, cercle à l'ouest).

» En prenant la moyenne des deux cent sept valeurs obtenues pour la latitude, j'ai trouvé :

	$L = 35°42'2'',0$	
Par les étoiles nord.............	$L = 35.42.1,9$	(10 étoiles).
Par les étoiles sud.............	$L = 35.42.2,3$	(7 étoiles).

» En ne considérant que les dix étoiles observées dans toutes les positions du limbe et pour tous les calages :

	$L = 35°42'2'',0$	
Par les étoiles nord.............	$L = 35.42.1,8$	(4 étoiles).
Par les étoiles sud.............	$L = 35.42.2,2$	(6 étoiles).

» La valeur que j'ai adoptée, $L = 35°42'2'',0$, peut être regardée comme indépendante des erreurs systématiques de pointé, de flexion et de division, ainsi que des erreurs accidentelles, suffisamment éliminées par un grand nombre d'observations.

» La déviation azimutale de l'axe optique et l'état absolu de la pendule, à un instant donné, ont été calculés, pour chaque série de passages, par l'ensemble des étoiles culminant dans les diverses régions du méridien, chaque série comprenant au moins une, souvent deux et quelquefois trois des circumpolaires suivantes: α de la Grande Ourse, δ et λ de la Petite Ourse, P. S., et Hévélius de Céphée, P. I.

» Du 15 août au 28 septembre, la déviation de l'axe optique est restée comprise entre $+0^s,739$ et $+0^s,882$; les deux valeurs extrêmes trouvées pour l'azimut de la mire méridienne sont $-0^s,469$ et $0^s,592$, ou bien en arc $-7'',03$ et $-8'',88$. L'erreur probable d'une détermination isolée, pour l'azimut de la mire, est égale à $\frac{6}{10}$ de seconde d'arc.

» La longitude a été déterminée par la méthode des culminations lunaires, en attendant qu'on puisse mesurer télégraphiquement la différence de longitude entre Alger et Paris.

» J'ai observé 34 fois le passage de la Lune au méridien : 19 fois le premier bord et 15 fois le deuxième.

» En tenant compte de la correction tabulaire, pour laquelle on a pris la

moyenne entre les valeurs fournies par les observatoires de Paris, de Greenwich et de Washington, j'ai trouvé pour la longitude :

Par les passages du 1er bord	$0^h\,11^m\,42^s,6$	ouest.
2e bord	$0^h\,11^m\,45^s,8$	»
Longitude adoptée	$0^h\,11^m\,44^s,2$	»

GÉODÉSIE. — *Dernières observations au sujet du prolongement de la méridienne de France et d'Espagne en Algérie; par* M. A. LAUSSEDAT.

« Si, dans la Communication qu'il a faite à l'Académie au sujet du prolongement projeté de la méridienne de France et d'Espagne, M. le capitaine Perrier s'était contenté d'exposer les résultats de l'étude qu'il a été dans le cas de faire en Algérie, je n'aurais eu qu'à reconnaître qu'il avait donné une consécration nette, et sans doute décisive, au vœu que j'exprimais dans l'avant-propos d'une traduction publiée en 1860.

» Mais M. le capitaine Perrier, en voulant faire l'historique de la question, m'a obligé de le contredire et de rappeler qu'il n'était pas exact que M. le colonel Levret eût songé le premier à passer directement d'Espagne en Algérie, sans aller jusqu'au détroit de Gibraltar.

» M. le capitaine Perrier me reproche de n'avoir pas saisi l'Académie d'une question de priorité, en 1865, quand a paru le Mémoire de M. le colonel Levret. Ce Mémoire n'ayant pas été soumis à l'Académie, j'ai cru inopportun de faire une réclamation, à laquelle on aurait même pu me répondre que M. Biot avait encore tout récemment, en 1857 (1), rappelé le passage du *Recueil d'observations géodésiques, astronomiques et physiques*, cité par M. le capitaine Perrier et reproduit, ainsi que je l'ai fait remarquer, presque dans les mêmes termes, dans le Mémoire de M. le colonel Levret. J'avoue que je ne m'étais pas permis d'interpréter ce passage, et que j'avais admis sans hésiter que MM. Biot et Arago avaient pressenti la possibilité de franchir la Méditerranée à la hauteur du cap de Gate. Si je m'étais trompé et que le commentaire de M. le capitaine Perrier fût vrai, je me trouverais, sans m'en être douté, avoir droit à cette priorité.

» Mais je persiste à croire que d'autres ont eu avant moi, ou en même temps que moi, l'idée de prolonger la méridienne de France et d'Espagne en Algérie; et si j'ai fait intervenir dans le débat M. le général Ibañez, c'est parce que, depuis près de quinze ans, nous avions discuté ensemble ce projet et cherché les moyens de le mettre à exécution; parce que nous

(1) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 515.

avions acquis, chacun de notre côté, la conviction que les côtes d'Espagne et d'Algérie étaient réciproquement visibles. Mais M. le capitaine Perrier peut répondre et a déjà répondu que ce sont là de simples affirmations dénuées de précision; aussi n'avais-je pas manqué de constater que sa reconnaissance levait les derniers doutes, et je continue à la considérer comme très-convaincante, en réservant la question de savoir si les deux sommets de la sierra Nevada sont bien ceux que suppose M. le capitaine Perrier.

» M. le capitaine Perrier pouvait encore déclarer, comme il l'a fait, que le Rapport officiel (et non pas confidentiel, il n'y avait là aucun mystère, de ma part, du moins), que le Rapport officiel, dis-je, adressé au Ministre, n'est pas parvenu au Dépôt de la Guerre, mais il devait s'en tenir là et s'abstenir de qualifier de *vague écho d'affirmations lointaines, de renseignements plus ou moins véridiques*, des témoignages sérieux de personnes aussi dignes de foi que M. le capitaine Perrier lui-même. Quand un observateur aussi distingué que M. le colonel du génie Karth, par exemple, affirme, comme je l'ai dit dans ma précédente Note, qu'il a vu à l'œil nu et dans une lunette, des hauteurs des deux rives de la Tafna, la neige sur les cimes de la sierra Nevada, j'en suis tout aussi certain que de l'exactitude des mesures angulaires effectuées par M. le capitaine Perrier.

» Si M. le capitaine Perrier a un jour la satisfaction d'envoyer les « rayons du soleil d'Afrique » sur les sommets de la sierra Nevada, et s'il emploie pour cela le bel héliotrope exécuté par MM. Brunner frères, qu'il veuille bien se demander par qui cet instrument a été introduit en France. Il lui sera facile de s'assurer, par les livres de commerce de cette maison ou par les registres de comptabilité de l'École Polytechnique, que le premier spécimen a été construit par M. Brunner père, à ma demande et pour le compte de l'École, où, pendant quinze années d'enseignement, après M. Faye et le digne colonel Hossard, je me suis efforcé de faire connaître les instruments et les méthodes d'observation qui caractérisent la Géodésie moderne.

» Quand le champ est prêt à être ensemencé, il ne serait que juste de ne pas oublier tout à fait ceux qui ont arraché les ronces. »

GÉODÉSIE. — *Observations relatives à une Communication précédente de M.* Laussedat, *sur le prolongement de la méridienne de France en Espagne et en Algérie;* Note de M. le colonel **H. Levret**.

« M. Laussedat, répondant à une Communication de M. le capitaine

Perrier, insérée dans un des derniers *Comptes rendus* (1), dit avoir été très-surpris en lisant, il y a sept ans, un Mémoire que j'ai fait paraître, au Dépôt de la Guerre, sous le titre de « Projet de liaison géodésique de la France continentale avec l'Algérie », et vient réclamer, après un aussi long espace de temps, la priorité à l'égard de ce projet.

» J'ignore, ainsi que l'auteur de cette réclamation, quels sont les motifs qui ont empêché le maréchal Vaillant de communiquer au Dépôt de la Guerre son Mémoire, dont je regrette de n'avoir pas eu connaissance.

» J'ai lieu, à mon tour, d'être surpris de la Communication si tardive de M. Laussedat, et je ne puis me rendre compte d'une manière précise de l'objet de sa réclamation. Rappelant lui-même, après M. le capitaine Perrier, un passage de l'Introduction au Recueil des observations géodésiques de Biot et Arago, il reconnaît que ces savants ont affirmé, les premiers, « que rien ne serait plus facile que de traverser la Méditerranée » par quelques triangles. » Il fallait bien, pour qu'ils émissent une semblable assertion, qu'ils eussent entendu énoncer, eux aussi, ou même personnellement constaté, le fait de la visibilité.

» Mais il y a une bien grande différence entre voir dans de semblables conditions, à travers des bras de mer, et pouvoir observer. Les côtes d'Angleterre sont assurément bien souvent visibles de notre littoral, et cependant il a fallu deux années de persévérance à mes habiles collaborateurs, MM. les capitaines Baux et Perrier, et à moi, pour accomplir nos missions. Nous n'avons pu, d'ailleurs, atteindre notre but qu'en modifiant nos anciennes méthodes d'observation et en nous servant de l'héliostat.

» Notre succès avait été si complet, que je n'hésitai pas à étudier immédiatement cette question si attrayante du prolongement en Algérie de la méridienne de France et d'Espagne, et c'est alors que je fis paraître, en 1865, le Mémoire dans lequel, après avoir désigné les points qui me paraissaient les plus favorables, Pico-Lobo et Velez Rubio en Espagne, Nadroma et Merdjajo en Algérie, je calculais leur visibilité respective en raison de la courbure de la Terre; puis j'insistais particulièrement sur les moyens d'exécution qui me paraissaient devoir assurer le succès d'une aussi gigantesque entreprise.

» La question a fait, depuis cette époque, un nouveau pas. M. le capitaine Perrier a pu vérifier lui-même le fait de la visibilité, et il s'est empressé de disposer des moyens d'exécution qu'il possédait, pour effectuer du côté

(1) T. LXXV, p. 1237 et 1492.

de l'Algérie une première reconnaissance. En rendant compte de son travail, il propose de substituer aux points que j'avais désignés les sommets mêmes de la récente triangulation algérienne; puis il insiste sur tous les moyens d'exécution que j'avais proposés.

» Ainsi, voilà trois phases bien distinctes dans l'étude de cette question.

» D'abord Biot et Arago en énoncent la possibilité, mais sans entrer dans aucun détail.

» Ensuite, en 1865, je fais un premier choix de stations, et, m'appuyant sur l'expérience que j'avais acquise dans un travail analogue, je précise les procédés d'exécution qu'il faudra employer.

» Enfin, en 1868, M. le capitaine Perrier fait sur le terrain une première reconnaissance, pleine de succès, du côté de l'Algérie.

» Je ne puis, en terminant cet exposé, que regretter de nouveau de n'avoir pas eu connaissance du Mémoire de M. Laussedat, afin de pouvoir signaler quel est, entre ces trois phases, le progrès qu'il aurait fait faire à la grande question scientifique du prolongement de notre méridien. »

GÉODÉSIE. — *Lettre adressée à* M. le colonel Levret, *sur le même sujet; par* **M. LE GÉNÉRAL BLONDEL.**

« Vous me communiquez une Note que vous devez envoyer à l'Académie, sur la question d'une liaison géodésique entre la France et l'Algérie. Permettez-moi de joindre mon témoignage au vôtre et de rendre hommage en même temps à votre modestie, à la droiture de votre caractère, ainsi qu'à votre loyal amour de la science.

» J'affirme, comme vous, que le Mémoire dont parle M. Laussedat n'a jamais été l'objet d'aucune communication faite au Dépôt de la Guerre, ni même d'aucune indication verbale adressée au Directeur par le maréchal Vaillant, ou en son nom. S'il n'en était pas ainsi, je n'aurais jamais écrit la Note ajoutée à votre Mémoire dans le supplément au IXe volume du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*.

» On peut se demander alors ce que le travail de M. Laussedat est devenu? Peut-être M. le général Doutrelaine, ancien aide de camp du Ministre, pourrait-il donner sur ce point quelques renseignements à l'auteur. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur un théorème de Mécanique céleste;* *par* M. S. NEWCOMB.

« M. Clausius et M. Yvon Villarceau ont donné récemment plusieurs théorèmes de Mécanique qui se rapportent à la fonction que M. Clausius a nommée *le viriel*. J'ai trouvé que cette fonction joue un rôle très-important dans la Mécanique céleste; en effet, les moyens mouvements de toutes les planètes et les changements des angles dont dépendent les mouvements séculaires de leurs périhélies et de leurs nœuds peuvent tous s'exprimer comme des dérivées partielles du viriel par rapport aux éléments dont on peut l'exprimer comme fonction. Voici une esquisse de la démonstration de cette propriété du viriel.

» Soient n planètes soumises à leur attraction mutuelle et aussi à celle du Soleil;

» $m_0, m_1, m_2, \ldots, m_n$ leurs masses;

» $x_0, y_0, z_0, \ldots, x_n, y_n, z_n$ leurs coordonnées rectangulaires;

» R le potentiel du système.

» Nous aurons, pour le mouvement du Soleil et des planètes, $3n+3$ équations de la forme

$$m_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} = \frac{\partial R}{\partial x_i},$$

$$m_i \frac{d^2 y_i}{dt^2} = \frac{\partial R}{\partial y_i},$$

$$m_i \frac{d^2 z_i}{dt^2} = \frac{\partial R}{\partial z_i}.$$

Nous admettons que les intégrales de ces équations peuvent s'exprimer par une série infinie de termes périodiques, dont chacun est de la forme

$$k \frac{\cos}{\sin} (i_1 \lambda_1 + i_2 \lambda_2 + i_3 \lambda_3 + \ldots + i_{3n} \lambda_{3n}),$$

$i_1, i_2, \ldots$ étant des coefficients numériques et entiers, k une fonction des $3n$ constantes arbitraires dont dépendent les distances moyennes, les excentricités et les inclinaisons, tandis que chaque λ est de la forme

$$\lambda_i = l_i + b_i t,$$

$l_1, l_2, \ldots$ étant des constantes arbitraires, et $b_1, b_2, \ldots$ des fonctions des $3n$ constantes qui entrent en k. On peut prendre, pour les $3n$ arcs λ_i, les longitudes moyennes des n planètes et les $2n$ arcs dont dépendent les positions des périhélies et des nœuds, dans la théorie générale des variations séculaires des éléments. On n'a que $6n$ arbitraires au lieu de $6n+6$, parce

que l'on peut faire abstraction des 6 arbitraires qui fixent la position du centre de gravité du système. Si nous posons, pour abréger,

$$l = i_1 l_1 + i_2 l_2 + \ldots + i_n l_n,$$
$$b = i_1 b_1 + i_2 b_2 + \ldots + i_n b_n,$$

nous avons, par hypothèse,

(1) $$x_i, y_i, \text{ ou } z_i = \mathrm{S} k \tfrac{\cos}{\sin} (l + bt),$$

et, en différentiant par rapport au temps,

(1') $$x'_i, \ y'_i, \text{ ou } z'_i = \mp \mathrm{S} bk \tfrac{\sin}{\cos} (l + bt);$$

S désignant la somme de la série infinie de termes semblables, que l'on forme en donnant tous systèmes de valeurs aux indices i'_1, i'_2,..., et les dérivées par rapport au temps étant indiquées par un accent.

» Il y a deux lemmes dont dépend le théorème annoncé au commencement de cette Note.

» 1. En posant

(2) $$\left\{ \begin{aligned} (a, a') = \sum_{i=0}^{i=n} m_i \bigg(& \frac{\partial x_i}{\partial a} \frac{\partial x'_i}{\partial a'} - \frac{\partial x_i}{\partial a'} \frac{\partial x'_i}{\partial a} + \frac{\partial y_i}{\partial a} \frac{\partial y'_i}{\partial a'} - \frac{\partial y_i}{\partial a'} \frac{\partial y'_i}{\partial a} \\ & + \frac{\partial z_i}{\partial a} \frac{d z'_i}{\partial a'} - \frac{\partial z_i}{\partial a'} \frac{\partial z'_i}{\partial a} \bigg), \end{aligned} \right.$$

on peut exprimer les distances moyennes, les excentricités et les inclinaisons, et, par conséquence, b_i et k en fonction de $3n$ arbitraires $c_1, c_2, \ldots, c_{3n}$ tels que nous ayons

(3) $$(l_1, c_1) = (l_2, c_2) = \ldots = (l_{3n}, c_{3n}) = 1,$$

tandis que toute autre combinaison des $6n$ arbitraires s'évanouit. Je crois que ce théorème est déjà connu.

» 2. $b_1, b_2, b_3, \ldots, b_{3n}$ étant ainsi exprimées, nous avons, pour toute combinaison des indices i et j

$$\frac{\partial b_i}{\partial c_j} = \frac{\partial b_j}{\partial c_i}.$$

J'ai démontré cette proposition pour le cas de trois corps, dans le § VI de mon Mémoire sur les perturbations de la Lune, qui sont dues aux actions des planètes (*Journal de Liouville*, 2e série, t. XVI). La même démonstration peut s'étendre à un nombre quelconque de corps.

» Il suit de ce dernier lemme que l'expression

$$b_1 dc_1 + b_2 dc_2 + \ldots + b_{3n} dc_{3n}$$

est différentielle exacte d'une fonction de $c_1, c_2, \ldots, c_{3n}$. En nommant Θ cette fonction, nous avons

(4) $$b_i = \frac{\partial\Theta}{\partial c_i}.$$

Pour trouver cette fonction, il faut remarquer que k, b et Θ sont des fonctions homogènes de $c_1, c_2, \ldots, c_{3n}$. En effet, différentions les expressions (1) et (1') par rapport à c_i et l_i, pour former les termes de (l_i, c_i), en faisant usage de la formule (2) : on trouve, en substituant dans (2) les dérivées partielles ainsi obtenues, et en rejetant tous les termes périodiques et tous les termes qui ont t en facteur, que les termes constants se réduisent à

$$(l_i, c_i) = \frac{1}{2}\,\mathrm{S}\,\frac{\partial(mi_i\, bk^2)}{\partial c_i},$$

la sommation S s'étendant à tous les corps y compris le Soleil, et à toutes les coordonnées. Par le lemme (1), cette expression se réduit à l'unité. Donc, en intégrant et en faisant $i = 1$, $i = 2, \ldots$, nous trouvons

(5) $$\begin{cases} c_1 = \frac{1}{2}\mathrm{S}\, mi_1\, bk^2, \\ c_2 = \frac{1}{2}\mathrm{S}\, mi_2\, bk^2, \\ \ldots\ldots\ldots, \\ c_i = \frac{1}{2}\mathrm{S}\, mi_i\, bk^2, \\ \ldots\ldots\ldots, \\ c_{3n} = \frac{1}{2}\mathrm{S}\, mi_{3n}\, bk^2. \end{cases}$$

» En regardant k comme fonction des distances moyennes $a_1, a_2, \ldots, a_n$, il est évident que cette fonction doit être homogène et du degré 1, parce qu'elle est coefficient d'un angle dans l'expression (1) d'une coordonnée linéaire. On sait aussi que les moyens mouvements sont du degré $-\frac{3}{2}$ en $a_1, a_2, \ldots$, tandis que toutes les variations séculaires sont des fonctions linéaires des moyens mouvements. Ainsi $b_1, b_2, \ldots, b_{3n}$ et b sont du degré $-\frac{3}{2}$ en $a_1, a_2, \ldots$. Il s'ensuit que bk^2, et, par conséquent, $c_1, c_2, \ldots, c_{3n}$ sont homogènes et du degré $\frac{1}{2}$ en $a_1, a_2, \ldots$. Inversement, lorsque nous considérons $c_1, c_2, \ldots, c_{3n}$ comme arbitraires dont $a, k, b, \ldots$ sont des fonctions :

$a_1, a_2, a_3, \ldots a_{3n}$ sont homogènes du degré 2 en $c_1, c_2, \ldots, c_{3n}$,

k est homogène du degré 2,

$b_1, b_2, b_3, \ldots, b_{3n}$ sont homogènes du degré -3,

$\Theta = \int \Sigma\, b_i\, dc_i$ est homogène du degré -2.

» Ainsi la propriété fondamentale des fonctions homogènes nous donne

$$\begin{aligned} -2\Theta &= c_1 \frac{\partial\Theta}{\partial c_1} + c_2 \frac{\partial\Theta}{\partial c_2} + \ldots + c_{3n} \frac{\partial\Theta}{\partial c_{3n}}, \\ &= b_1 c_1 + b_2 c_2 + \ldots + b_{3n} c_{3n}, \end{aligned}$$

ou, en substituant les valeurs de (5) de $c_1, c_2, \ldots$,

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} -2\Theta &= \tfrac{1}{2} \mathrm{S}\,(mi_1 b_1 bk^2 + mi_2 b_2 bk^2 + \ldots + mi_{3n} b_{3n} bk^2) \\ &= \tfrac{1}{2} \mathrm{S}\,(i_1 b_1 + i_2 b_2 + \ldots + i_{3n} b_{3n}) mbk^2 \\ &= \tfrac{1}{2} \mathrm{S}\, mb^2 k^2. \end{aligned} \right.$$

» L'expression de la force vive est

$$\frac{1}{2} \sum_{i=0}^{i=n} m_i (x_i'^2 + y_i'^2 + z_i'^2).$$

» En prenant le carré de la deuxième des équations (1), on voit que chaque terme de x', de y' et de z' ajoute à l'expression, pour le terme constant de la force vive, la quantité

$$\tfrac{1}{4} mb^2 k^2.$$

» Ainsi nous avons pour le viriel V

$$\mathrm{V} = \tfrac{1}{4} \mathrm{S} mb^2 k^2,$$

ou, en ayant égard aux équations (6) et (4),

$$\mathrm{V} = -\Theta,$$

$$b_i = \frac{d\mathrm{V}}{dc_i}.$$

» Ainsi, en exprimant le viriel en fonction des $3n$ arbitraires $c_1, c_2, \ldots$, dont on peut regarder les distances moyennes, les excentricités et les inclinaisons comme des fonctions, les expressions pour $b_1, b_2, \ldots$ sont les dérivées partielles du viriel par rapport aux éléments conjugués de l_1, l_2, qui satisfont aux conditions (3). »

M. S. Newcomb adresse, avec la Note précédente, une Lettre relative à l'envoi qu'il a fait, au mois de septembre dernier, de divers documents relatifs au passage de Vénus en 1874 : il craint que cet envoi ne soit pas parvenu à sa destination.

M. Faye, après avoir entendu la lecture de cette Lettre, faite par M. le Secrétaire perpétuel, répond :

« Les Mémoires publiés sur le prochain passage de Vénus, par ordre de l'honorable Secrétaire de l'Amirauté, à Washington, sont parvenus ici à leur destination. Les Membres de la Commission académique, instituée à Paris pour le même objet, y ont particulièrement remarqué les Communications de M. Rutherford et un important Mémoire de M. Newcomb sur l'application de la photographie à l'observation de ce phénomène. Dans ce dernier Mémoire, toutes les difficultés spéciales ont été traitées avec autant de soin que de lucidité, ainsi que les avantages de la méthode adoptée aux États-Unis sur la proposition du Dr Winlock. »

ANALYSE. — *Sur l'énumération des groupes primitifs pour les dix-sept premiers degrés; par* M. C. Jordan.

« Un groupe de substitutions est dit de degré M et de classe N si le nombre total des lettres qu'il contient est égal à M, et si, d'autre part, celles de ses substitutions qui déplacent le moins de lettres en déplacent précisément N.

» Il est évident qu'à chaque degré M ne répond qu'un nombre limité de groupes; d'un autre côté, nous avons montré récemment que la classe N ne contient qu'un nombre limité de groupes *primitifs*.

» La détermination des groupes transitifs de degré M (et surtout des groupes primitifs) présente un grand intérêt, car cette question n'est autre que la suivante : *Trouver tous les types d'équations irréductibles de degré* M.

» Cette énumération a été faite par Cauchy jusqu'au 7e degré; plus tard, M. Émile Mathieu l'a poussée jusqu'au 12e; mais il n'a publié que ceux de ses résultats qui sont relatifs à des groupes plusieurs fois transitifs.

» L'année dernière, nous avons repris cette question, et nous avons communiqué à l'Académie, dans la séance du 2 octobre, le tableau des groupes des 11 premières classes, parmi lesquels figurent, entre autres, tous ceux dont le degré ne dépasse pas 13; mais ce travail nécessitait des calculs extrêmement longs et laborieux, et nous y avons reconnu des omissions. Nous l'avons donc recommencé en entier, et nous y avons ajouté la détermination des groupes des classes 12 et 13, et de ceux qui appartiennent aux classes suivantes, mais dont le degré ne surpasse pas 17. N'ayant opéré qu'une fois le calcul de la classe 12, nous ne pouvons, malgré le soin que

nous y avons apporté, en indiquer les conclusions qu'avec quelque réserve; mais nous tenons tous nos autres résultats pour définitifs.

» D'après notre analyse, tous les groupes des 13 premières classes et tous ceux des 17 premiers degrés appartiennent, à l'exception de sept, aux catégories suivantes :

» 1° Les groupes symétriques et alternés de tous les degrés.

» 2° Les groupes de degré $\frac{k(k-1)}{2}$ formés par les déplacements que les groupes symétriques (ou alternés) entre k lettres $a, b, c, \ldots$ font éprouver aux $\frac{k(k-1)}{2}$ produits binaires $ab, ac, \ldots$. Ces groupes appartiennent à la classe $2k-2$ (à la classe $3k-3$), et seront primitifs si $k>4$.

» 3° Les groupes de degré $p^{n\nu}$ et d'ordre

$$O = p^{n\nu}(p^{n\nu}-1)(p^{n\nu}-p^{\nu})\ldots[p^{n\nu}-p^{(n-1)\nu}]$$

formés des substitutions linéaires

$$|\; x_1, \ldots, x_n, \quad a_1x_1+b_1x_2+\ldots+\delta_1, \ldots, \quad a_nx_1+b_nx_2+\ldots+\delta_n \;|,$$

où p est un nombre premier et où les indices $x_1, \ldots, x_n$, ainsi que les constantes $a_1, \ldots, \delta_n$, parcourent chacun toute la série des valeurs

$$\alpha+\beta i+\ldots+\varepsilon i^{\nu-1} \pmod{p},$$

i étant une racine d'une congruence irréductible de degré ν. Ces groupes seront de la classe $p^{n\nu}-p^{(n-1)\nu}$. (On peut supposer $\nu=1$, auquel cas les valeurs de $x_1, \ldots, x_n$ seront les entiers réels $<p$.)

» 4° Les groupes de degré $p^{n\nu}$, d'ordre $\frac{O}{d}$ et de classe $p^{n\nu}-p^{(n-1)\nu}$, formés par celles des substitutions du groupe précédent dont le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1\, b_1 \ldots \\ \ldots\ldots \\ a_n\, b_n \ldots \end{vmatrix}$$

est un résidu de puissance d, d étant un diviseur de $p^{\nu}-1$, choisi à volonté. (Si $n=1$, il faudra néanmoins que $\frac{p^{\nu}-1}{d}$ ne divise pas $p^{\rho}-1$, ρ étant $<\nu$; sans cela, le groupe obtenu ne serait pas primitif.)

» En posant $d=1$, on aurait les groupes de la forme 3 comme cas particulier de ceux-ci.

» 5° Les groupes de degré $p^{n\nu}$ et d'ordre $\frac{O}{d}\frac{\nu}{\mu}$, dérivés de la combinaison des précédents avec la substitution

$$\left| x_1, \ldots, x_n \quad x_1^{p^\mu}, \ldots, x_n^{p^\mu} \right|,$$

μ étant un diviseur de ν. Ces groupes sont de la même classe que les précédents, si $n > 1$; si $n = 1$, ils seront de la classe $p^{n\nu} - p^{\frac{n\nu}{\varepsilon}}$, ε étant le plus petit diviseur de $\frac{\nu}{\mu}$ (l'unité exceptée).

« 6° Dans l'expression des substitutions des groupes précédents, effaçons les constantes $\delta_1, \ldots, \delta_n$; supposons en outre que les indices $x_1, \ldots, x_n$ ne soient pas tous nuls, et, au lieu des valeurs absolues de ces indices, ne considérons que leurs rapports mutuels; nous obtiendrons une suite de nouveaux groupes, du degré $\frac{p^{n\nu} - 1}{p^\nu - 1}$, et d'ordre $\frac{p^{n\nu}(p^{n\nu} - 1)}{O}$ fois moindre que ceux dont ils dérivent, τ étant le plus grand commun diviseur de n et de d. Enfin la classe de ces groupes sera donnée par le nombre $p^{\nu(n-1)} - 1$, s'ils dérivent des groupes des formes 3 ou 4, et par le plus petit des deux nombres

$$p^{\nu(n-1)} - 1 \quad \text{et} \quad \frac{p^{n\nu} - 1}{p^\nu - 1} - \frac{p^{\frac{n\nu}{\varepsilon}} - 1}{p^{\frac{\nu}{\varepsilon}} - 1},$$

s'ils dérivent des groupes de la forme 5.

» Les catégories qui précèdent contiennent, comme cas particuliers, celles que M. Mathieu avait établies dans son beau Mémoire de 1861. La principale différence consiste en ce que, au lieu d'employer comme lui des substitutions linéaires fractionnaires à un seul indice, ce qui revient à des substitutions à deux indices dont on ne considère que les rapports, nous avons envisagé, dans notre analyse, des substitutions à un nombre quelconque d'indices, ce qui nous a permis d'embrasser un plus grand nombre de groupes dans nos formules.

» Les sept groupes qui sortent de ces catégories sont les suivants :

» 1° Celui de classe 8, de degré 11 et d'ordre 11.10.3.2 dérivé des substitutions

$$S = (ab)(cd)(ef)(gh), \quad S_1 = (bx)(cf)(eh)(gd),$$
$$S_2 = (yx)(bc)(ad)(gh), \quad S_3 = (zy)(ef)(ch)(gd).$$

» C'est le groupe de l'équation du 11e degré, réduite de l'équation modulaire du 12e.

» 2° Le groupe de classe 8 et d'ordre 12. 11. 10. 9. 8 dérivé des substitutions

$$T = (abcd)(egfh), \qquad T_1 = (aebf)(chdg);$$
$$U = (bx)(ce)(gf)(dh), \quad U_1 = (yx)(cd)(fh)(ge);$$
$$U_2 = (zy)(ef)(cg)(dh), \quad U_3 = (uz)(hg)(df)(ec).$$

» 3°, 4° et 5° Les groupes de classe 8 et d'ordre 11. 10. 9. 8, 10. 9. 8, 9, 8 obtenus en supprimant successivement dans le précédent les substitutions U_3, U_2, U_1.

» 4° Le groupe abélien de degré 16, formé des substitutions

$$\left| \begin{matrix} x, y, & ax + cy + a'x_1 + c'y_1 + \alpha, & bx + dy + b'x_1 + d'y_1 + \beta \\ x_1, y_1, & a_1x + c_1y + a'_1x_1 + c'_1y_1 + \alpha_1, & b_1x + d_1y + \quad \ldots \quad + \beta_1 \end{matrix} \right|,$$

où les coefficients $a, c, \ldots$ satisfont aux relations connues. Ce groupe est de classe 8 et d'ordre 16. 15. 8. 3. 2.

» 5° Le groupe de classe 12 et d'ordre moitié moindre, obtenu en combinant ensemble les diverses transformées de la substitution

$$| \, x, y, x_1, y_1; \quad x, y + x, x_1, y_1 + x_1 \, |,$$

par les diverses substitutions du groupe précédent.

» En somme, les treize premières classes contiennent respectivement les nombres de groupes primitifs suivants :

Classes.............	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13
Nombre de groupes..	0,	∞,	∞,	6,	1,	13,	3,	15,	0,	6,	1,	16,	1

et les dix-sept premiers degrés en contiendront les nombres suivants (abstraction faite des groupes qui contiennent le groupe alterné) :

Degrés...............	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13,	14,	15,	16,	17
Nombre de groupes....	0,	3,	2,	5,	5,	8,	7,	6,	3,	7,	2,	3,	12,	6. »

HYDRAULIQUE. — *Roues hydrauliques. Du calcul des effets par la méthode des coefficients;* Note de **M. de Pambour.**

« Après avoir montré l'inexactitude des formules théoriques en usage pour calculer les effets des roues hydrauliques, il reste à examiner le mode de correction qui est employé pour rendre ces formules pratiques, c'est-à-dire pour mettre les chiffres qui en sont déduits en accord, autant que possible, avec les résultats obtenus par l'expérience directe.

» Comme les formules donnaient toujours des résultats trop élevés, on trouvait nécessaire d'y appliquer un coefficient fractionnaire, constant, qui en réduirait les chiffres. Pour déterminer ce coefficient, on avait comparé le calcul à l'expérience, dans un certain nombre de cas, en observant le rapport des résultats obtenus, et l'on avait adopté la moyenne de ces rapports pour le coefficient cherché. On admettait, en même temps, que ce coefficient s'appliquerait sans erreur à tous les cas de la même espèce de roue; et enfin, comme les formules théoriques avaient été établies en gros, en négligeant le frottement et les pertes, on tenait pour certain que l'excès du calcul sur l'expérience provenait uniquement de cette omission et représentait nécessairement ces pertes.

» Ce mode de calcul, entièrement basé sur des suppositions, et qui prenait tout en bloc, sans rien examiner, était certainement inexact. Il ne pouvait être vrai que pour les circonstances dans lesquelles il avait été déterminé, ou pour les cas qui ne sortaient pas de certaines limites de vitesse; mais il avait son utilité, en ce qu'il donnait une valeur approximative de l'effet cherché, et tant qu'on n'avait pas de formules plus exactes, il fallait bien y avoir recours; c'est pourquoi nous ne critiquons pas les ouvrages où il est expliqué, et nous reconnaissons qu'il a été très-utile au moment où il a été proposé; mais aujourd'hui que la science essaye d'avancer de quelques pas, ce serait la repousser dans l'obscurité des premiers temps que de soutenir les formules à coefficients, malgré les défauts qu'elles présentent et qu'on ne peut nier. Nous en citerons quelques-uns.

» Les résistances, frottements ou pertes, que l'on prétend exprimer par un coefficient constant, dépendent de circonstances très-diverses. Ainsi il y a la perte d'eau affluente, qui varie selon le jeu de la roue, la résistance de l'air selon la surface des aubes, le rayon d'impulsion de l'eau suivant la profondeur du courant, le frottement propre de la roue selon le rapport du rayon de la roue au rayon du tourillon; et nous y ajouterons la surélévation de l'eau, qui varie selon la largeur du coursier. Il est donc difficile d'admettre que toutes ces circonstances puissent être exprimées par un seul et même rapport. De plus, comme le coefficient s'applique à l'effet total de la roue, il en résulte que toutes ces résistances se trouvent calculées en fonction de la force de la roue, au lieu de l'être en fonction des causes spéciales qui les produisent, ainsi que cela aurait été si on les avait calculées séparément les unes des autres. En outre, comme dans cette théorie on ne connaît qu'en bloc le chiffre qui représente toutes les pertes, et qu'on ne peut distinguer la part qui revient à chacune d'elles, on est dans l'impos-

sibilité de calculer leur influence sur l'effet de la roue, ou l'importance des changements qu'on pourrait leur faire subir. De même, comme on ne connaît pas le frottement additionnel dû à la charge, on n'en peut tenir aucun compte; et faute d'avoir étudié ces pertes en détail, on est toujours exposé à reporter sur leur ensemble ce qui peut n'être en réalité qu'un résultat des défauts de la théorie.

» D'ailleurs on ne présente aucune démonstration qui prouve que le coefficient représente, sous une forme quelconque, aucune des résistances ou pertes supposées. La théorie n'essaye pas de les évaluer; elle ne les spécifie pas et même ne les nomme pas, elle se contente de les indiquer en termes généraux. C'est donc absolument sans les connaître qu'on les suppose représentées dans les formules. Tout le raisonnement consiste à affirmer que, puisque le calcul donne un chiffre plus grand que l'expérience, il faut que le surplus soit l'expression des pertes ou résistances omises; mais cette conclusion s'appliquerait de même à toute autre formule avec un coefficient suffisant. Le raisonnement suppose donc que le chiffre du calcul est basé sur une théorie rigoureusement à l'abri de toute erreur, sans quoi la preuve n'existe pas.

» Or, pour établir cette théorie, on part de ce point, que la quantité d'eau fournie à la roue étant connue et représentée par un poids P, et, de plus, cette eau tombant de la hauteur H, du réservoir à la roue, l'effet total résultant doit nécessairement être le produit PH. Mais cette valeur, vraie en théorie pure, ne l'est pas dans l'application.

» L'effet PH ne peut se réaliser que quand il n'y a pas de roue dans le coursier. Dès qu'il y a une roue, même avec la plus faible charge, il est évident que la vitesse de l'eau dans le coursier sera ralentie en raison de cette résistance; il s'ensuivra une surélévation de l'eau, et, par conséquent, la chute H sera diminuée d'une certaine quantité, qui variera suivant les cas.

» En appelant V la vitesse de l'eau affluente, et v la vitesse de la roue, la largeur du coursier étant égale à celle de la vanne, et h' étant la surélévation du filet moyen de l'eau, l'effet réel de l'eau sera

$$P(H - h');$$

et comme les profondeurs d'eau, dans le même coursier, sont en raison inverse des vitesses, en exprimant par e la profondeur d'eau sous la vanne, et par ε la profondeur sous la roue, on aura

$$\varepsilon = e\frac{V}{v},$$

d'où résulte

$$h' = \frac{\varepsilon - e}{2} = \frac{e}{2}\,\frac{\mathrm{V} - v}{v};$$

et, par conséquent,

$$\mathrm{P}(\mathrm{H} - h') = \mathrm{P}\left(\mathrm{H} - \frac{e}{2}\,\frac{\mathrm{V} - v}{v}\right).$$

On ne peut donc, en aucun cas, obtenir d'une roue la quantité de travail exprimée par PH. Celle-ci n'est qu'une limite maximum, mais non l'effet actuel de la roue, et la différence entre ces deux effets peut être considérable, quand la différence des deux vitesses est marquée. Ainsi le coefficient que l'on en a déduit est nécessairement inexact, et ne représente pas les pertes et frottements supposés.

» C'est l'erreur que l'on commettait autrefois, dans le calcul de l'effet des machines à vapeur, quand on voulait lui appliquer la méthode des coefficients. On supposait que l'effet théorique devait être le produit de la vitesse du piston par la pression de la vapeur *dans la chaudière*, tandis qu'elle n'est que le produit de cette vitesse par la pression de la vapeur *dans le cylindre*, pression qui est bien différente de la première, et qui de plus est variable et réglée par la résistance à mouvoir, d'après le principe que, la machine étant au mouvement uniforme, il doit y avoir égalité entre la puissance et la résistance. C'était une faute de théorie, qu'on regardait comme une perte ou un frottement, et dont on se servait pour motiver le coefficient. La variable du calcul était alors la pression de la vapeur, comme elle est ici la surélévation de l'eau. Là encore le produit de la vitesse par la pression dans la chaudière, était une limite irréalisable dans le travail de la machine, mais on la présentait comme son effet total, ce qui était cause de l'énormité des pertes supposées pour la machine. On acquiert la preuve de ces faits, quand on reprend le calcul d'après la pression dans le cylindre et l'équilibre entre la puissance et la résistance, puisque l'on arrive alors sans difficulté et sans coefficient à un résultat tout à fait correct.

» Enfin une considération qui fera toujours douter de l'exactitude des résultats obtenus par la théorie des coefficients, c'est l'énormité des réductions qu'elle exige pour toutes les roues. Ainsi, en recourant aux tableaux d'expériences, que nous avons rapportés d'après les auteurs les plus distingués, on trouve que les réductions à faire, qui ne sont autre chose que le complément des coefficients, sont les suivantes :

Roue à aubes planes...	50 pour 100	
Roue de côté.........	35	
Roue à augets........	30	
Roue à aubes courbes...	32	
Turbines.............	53	(MORIN, *Leçons de Mécanique*, t. II, p. 462.)
Roues à réaction.......	58	(COMBES, *Recherches*, etc., p. 79.)

» Il n'est pas possible d'admettre, sans preuve, que la construction de ces roues soit assez imparfaite pour causer de semblables pertes. Le fait aurait au moins besoin d'être prouvé; et, si les pertes sont si grandes, comment fait-on le calcul sans les y introduire? Mais il est bien plus probable que ces prétendues pertes sont des erreurs de théorie. Et, en effet, quelle confiance peut-on avoir dans un calcul qui admet, lui-même, des corrections où la partie retranchée comme fautive excède la partie conservée comme exacte? Un tel fait, dans un calcul, en est l'évidente condamnation.

» Pour des déterminations secondaires, comme des frottements simples, ou des pertes de détail, on peut se contenter de valeurs moyennes ou approchées; mais il ne faut pas oublier qu'ici c'est le chiffre total et définitif du calcul qui est laissé à la détermination d'une moyenne, et qu'il s'agit de chiffres considérables. On ne peut pas traiter légèrement des valeurs de 25 à 50 pour 100 de l'effet total d'une machine, et l'on comprend à peine comment un calculateur, après avoir trouvé, par la théorie, que l'état utile d'une machine est de 100 chevaux, peut se résigner à retrancher, d'un trait de plume, les yeux fermés et sans preuve, un travail de 25 à 50 chevaux, qui, réduit en argent, forme une somme très-importante.

» Nous croyons donc que les coefficients, après avoir été utiles dans un autre temps, ne servent maintenant qu'à arrêter le progrès de la science, et qu'il faut les abandonner. »

PHYSIQUE. — *Sur la distribution du magnétisme dans les aimants;* Note de **M. C.-M. Gariel**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note présentée à l'Académie, le 9 décembre, M. Jamin fait connaître le principe d'expériences qu'il a entreprises sur la distribution du magnétisme dans les aimants. L'une des méthodes qu'il indique, la production d'un courant d'induction dans un électro-aimant, me sert, depuis plus de deux ans, à étudier la même question. J'ai présenté au Congrès tenu à Bordeaux par l'Association française pour l'avancement des sciences

(septembre 1872) quelques-uns des résultats que j'ai déjà obtenus, ainsi que la description de l'appareil que j'emploie; ces renseignements se trouvent reproduits dans la *Revue scientifique* du 21 septembre 1872. Je n'ai pas encore terminé l'étude complète, commencée il y a longtemps déjà et interrompue par les tristes événements des années dernières; les résultats auxquels je suis arrivé me paraissent assez intéressants et la méthode assez précise pour que je sois désireux de réserver mes droits à continuer ce travail.

» Le principe de la méthode, que je vais exposer avec quelques détails, se trouve indiqué sommairement dans une Note présentée à l'Académie, le 20 juin 1870, par MM. A. Cornu et J. Baille; c'est même sur leur indication que j'ai été conduit à le mettre en œuvre. Cette méthode consiste à mesurer les courants d'induction produits dans un petit électro-aimant, que l'on éloigne successivement de différents points d'un barreau aimanté; ce petit électro-aimant, bobine présentant un noyau de fer doux entouré de fil de cuivre isolé, est adapté perpendiculairement à l'extrémité d'un levier assez long, mobile autour d'un axe horizontal. Cette bobine peut tourner autour d'un axe formant prolongement du levier, ce qui permet d'étudier chaque point successivement avec les deux extrémités de la bobine, afin de pouvoir effectuer, s'il y a lieu, certaines corrections dont nous parlerons tout à l'heure.

» Le fil de la bobine fait partie d'un circuit comprenant, en outre :

» 1° Un galvanomètre à réflexion, très-sensible;

» 2° Un commutateur, permettant de changer le sens du circuit dans le galvanomètre pour une même action de la bobine;

» 3° Un solénoïde, dans lequel peut se déplacer, d'une quantité constante, un barreau aimanté, qui se meut parallèlement à l'axe du solénoïde; je rends compte plus loin de l'utilité de cet appareil, que je désigne sous le nom d'*inducteur*.

» Faisons connaître quelques détails sur ces diverses parties.

» Le noyau de l'électro-aimant est constitué par sept morceaux de fil de fer bien recuit, ayant 45 millimètres de longueur; le fil central dépasse les extrémités des fils qui l'entourent et c'est par cette pointe que la bobine repose seulement sur l'aimant (ou plutôt sur une feuille de papier appliquée sur l'aimant); le fil qui entoure ce noyau, et dans lequel se développent les courants d'induction, a 7 mètres de longueur. Les petites dimensions de la bobine, comparées à la longueur des barreaux que j'ai étudiés, longueur qui varie de $0^m,20$ à $0^m,40$, et l'exiguïté de la surface de contact rendent

cet appareil très-propre à étudier les actions magnétiques en chaque point; on peut considérer cette bobine comme un *plan d'épreuve magnétique*.

» Le retournement de la bobine, dont j'ai indiqué le mécanisme, m'a semblé nécessaire afin d'éliminer les erreurs qui se produisent dans le cas où, à la suite d'expériences prolongées, le noyau vient à s'aimanter faiblement. Cet effet, que j'ai observé plusieurs fois, peut ne pas se produire; le plan d'épreuve, dont je me sers actuellement, et que j'ai construit il y a six mois, ne présente *aucune* trace d'aimantation.

» Le galvanomètre, très-sensible, porte un miroir situé à 2 mètres environ d'une mire divisée en millimètres; une lunette placée au-dessus de la mire et pointée sur le miroir permet d'évaluer le dixième de millimètre.

» Le commutateur m'a paru nécessaire, afin que, dans une observation, on pût faire tous les retournements possibles; pour éviter les variations de résistance, que l'on rencontre en employant les commutateurs à contact métallique, les contacts mobiles sont obtenus par du mercure seulement.

» Les mesures à effectuer pour l'étude d'un barreau sont trop nombreuses pour être déterminées en un jour: il importe donc de pouvoir rattacher l'une à l'autre des séries diverses d'observations; c'est à quoi l'on arrive à l'aide de l'*inducteur*. Le déplacement constant du barreau aimanté dans le solénoïde produit un courant constant, si le circuit n'a pas varié, non plus que l'état magnétique de l'inducteur : aussi la mesure de la déviation correspondante précède-t-elle et termine-t-elle chaque série d'observations. En réalité, cette déviation est mesurée par quatre lectures : l'inducteur est déplacé successivement dans un sens et dans le sens opposé ; puis on effectue les mêmes mesures après inversion du commutateur. Cet organe est très-sensible ; les mesures ne diffèrent jamais de plus de 1 millimètre, sur 80 millimètres environ ; des variations plus considérables m'ont permis de reconnaître la présence de faibles masses de fer dans le voisinage de mon appareil. L'identité du circuit avec lui-même étant vérifiée, il suffit, au commencement de chaque série d'observations, de faire une lecture en un point du barreau étudié à la série précédente, pour s'assurer si l'état magnétique du barreau en expérience n'a pas varié

» L'étude de l'état magnétique d'un point comprend quatre lectures, à cause du retournement de la bobine et de l'inversion du commutateur : les deux lectures correspondantes à une même extrémité du plan d'épreuve diffèrent fort peu l'une de l'autre ; la déviation varie plus notablement avec l'extrémité considérée, ce qui tient à ce que le fil qui entoure le plan d'épreuve n'est pas également réparti.

» On peut doubler le nombre des opérations, en opérant, tantôt par l'éloignement du plan d'épreuve du barreau, tantôt par le rapprochement. Je me suis assuré, à diverses reprises, que les résultats sont identiques et qu'il n'y a pas lieu de s'astreindre à ce retournement.

» Les supports de l'axe du levier mobile sont fixés sur un chariot, qui se déplace parallèlement à lui-même et à l'axe du barreau en expérience : je mesure ainsi les déviations, non-seulement pour chacun des points d'une génératrice du barreau, s'il est cylindrique, mais aussi pour les points situés sur le prolongement de cette droite. J'étudie également l'état magnétique des points situés en dehors du barreau latéralement. L'étude de ce *champ magnétique*, étendue jusqu'aux points où les déviations observées sont presque nulles, me permettra, je l'espère, d'arriver à des conclusions nettes, qui ne sont point encore assez certaines pour être énoncées actuellement.

» Les nombres qui mesurent les déviations observées me permettent de construire des courbes dont la discussion présente un réel intérêt; ces courbes, qui correspondent uniquement aux déviations observées, diffèrent de forme, il est à peine besoin de le dire, avec celles qui ont été indiquées par Coulomb et par Biot, lesquels, arbitrairement, doublaient l'ordonnée se rapportant à l'extrémité du barreau et n'observaient pas au delà de ce point.

» Les études terminées ou dont je m'occupe actuellement se rapportent à la distribution normale dans des barreaux de formes et dimensions diverses; à la modification résultant du retournement du barreau par rapport aux pôles magnétiques de la terre; aux modifications produites par l'approche, jusqu'au contact, d'un barreau de fer doux situé dans le prolongement de l'aimant; aux modifications provenant des actions réciproques de deux aimants; à la distribution du magnétisme dans un barreau présentant un ou plusieurs points conséquents; à la distribution du magnétisme dans une sphère aimantée.

» L'exposé des résultats auxquels je suis arrivé m'entraînerait trop loin; il faut, en outre, discuter ces résultats et en déduire la distribution réelle du magnétisme pour chacune des courbes de déviation. Ce sera le sujet d'une seconde Note, que je me propose de présenter prochainement à l'Académie.

» Ces travaux ont été exécutés au laboratoire de Physique de l'École Polytechnique. »

PHYSIQUE. — *Nouvelle Note sur l'action des conducteurs disposés symétriquement autour d'un électroscope;* par **M. Ch.-V. Zenger.**

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résultat de quelques nouvelles expériences sur l'inertie électrique des conducteurs disposés symétriquement autour d'un électroscope.

» M. Ruhmkorff a trouvé que, si l'électricité statique n'exerce pas d'action sur l'électroscope disposé comme je l'ai indiqué, il n'en est pas de même de l'électricité dynamique ou de l'électricité d'induction.

» Ce résultat n'est qu'une confirmation de ma théorie de l'inertie électrique, puisque la condition d'une distribution égale (d'égale tension superficielle) et symétrique n'est pas remplie, quand on fait usage d'un appareil d'induction. En effet, la tension du courant après l'ouverture et après la clôture du courant inducteur n'est pas la même, et la charge du conducteur symétrique est successivement positive et négative; la tension superficielle ne peut pas être nulle, ni même égale, puisqu'il faut un certain temps pour que la combinaison de deux électricités s'effectue, après deux décharges alternatives et inégales, eu égard à la tension et à la nature de l'électricité. La partie la plus éloignée du point de décharge aura une tension tout autre que la partie du conducteur symétrique la plus voisine du conducteur de la machine Ruhmkorff, et la condition d'une tension superficielle égale en chaque point du conducteur symétrique n'est pas remplie. Faute de cette condition essentielle, on doit obtenir une action presque égale à la différence de tension des étincelles d'ouverture et de clôture.

» Pour montrer l'influence de la distribution symétrique du conducteur autour de l'électroscope, je dispose symétriquement autour d'un électroscope à feuilles d'or un fil de cuivre rectangulaire; l'électroscope et le fil de cuivre sont placés sur le plateau en cuivre jaune d'un autre électroscope à pailles, plus gros et moins sensible. Du conducteur d'une machine électrique partent de fortes étincelles sur l'un des angles du fil conducteur : l'électroscope supérieur ne donne pas de trace de tension, tandis que les pailles du gros électroscope inférieur sont fortement affectées.

» Si l'on modifie l'expérience de manière que le bouton de l'électroscope supérieur ne soit pas placé symétriquement par rapport aux milieux des côtés du conducteur, on voit un mouvement des feuilles d'or à chaque décharge du conducteur de la machine. L'action est d'autant plus sensible que ce défaut de symétrie est plus grand. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une application nouvelle de la réduction des sels d'argent pour obtenir la reproduction de dessins*; Note de M. RENAULT, présentée par M. Balard.

« Dans plusieurs Notes que l'Académie a bien voulu accueillir, j'ai indiqué divers procédés pour obtenir la reproduction de dessins : je viens compléter ces diverses Communications.

» On sait que tous les sels oxydés d'argent, imprégnant du papier ou une étoffe, sont réduits par le cuivre, l'hydrogène, les vapeurs de phosphore; que les sels haloïdes, chlorure, cyanure, etc., ne le sont pas à la température ordinaire.

» Si donc on place un dessin ou une gravure sur une feuille de carton, préparée préalablement pendant quelque temps aux vapeurs d'acide chlorhydrique, et si, par-dessus le dessin, on applique une feuille de papier sensibilisée, les vapeurs d'acide, tamisant à travers le dessin, transformeront en chlorure le sel d'argent de la feuille sensibilisée, sauf dans les parties qui correspondent aux traits du dessin qui forment écran. La feuille sensibilisée, appliquée sur une feuille de cuivre, laissera apparaître la reproduction du dessin original, due à la réduction du sel oxydé d'argent épargné par les vapeurs d'acide.

» Les traits du dessin sont ineffaçables, car ils sont non-seulement à la surface du papier, mais encore dans son épaisseur même; en laissant quelque temps le papier sensibilisé avec la plaque de cuivre, on peut obtenir la réduction du sel jusque sur l'autre face du papier.

» Au lieu d'une plaque de cuivre, pour faire apparaître l'image, on peut se servir d'hydrogène ou de vapeurs de phosphore entraînées par l'acide carbonique : on voit alors sortir instantanément l'image sous le souffle du gaz. Une feuille de papier, imprégnée d'un sel d'argent quel qu'il soit, oxydé ou non (1), brunit ou noircit à la lumière diffuse au bout de quelques heures. La teinte est brune quand l'argent peut former un sel de sous-oxyde, noire ou violet foncé si l'argent se trouve à l'état métallique.

» Les sels doubles suivants (cyanure de potassium et d'argent), azotate de bioxyde de mercure et d'argent, phosphate, arsénite de mercure et d'argent, azotate de bismuth et d'argent, azotate de sesquioxyde de fer et d'argent, ne noircissent pas à la lumière lorsqu'ils imprègnent une feuille

(1) Le cyanure paraît faire exception; peut-être est-ce dû à la présence de KCy.

de papier ou une étoffe. L'azotate double de fer et d'argent, étant facilement soluble, a été préféré pour sensibiliser le papier.

» Le papier sensibilisé, sur lequel on a développé le dessin, est lavé avec de l'eau salée renfermant un peu de bioxalate de potasse viré, puis fixé avec une solution d'hyposulfite de soude et de sel marin.

» On peut reproduire par le procédé que je viens de décrire les dessins, les gravures et l'écriture faits au moyen de l'encre autographique ou de l'encre d'imprimerie, les dessins au crayon gras (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'iode sur quelques carbures d'hydrogène de la série aromatique;* Note de **M. P. Schutzenberger**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« La benzine *pure*, chauffée à 250 degrés en tubes scellés, avec 20 pour 100 environ de son poids d'iode sec, pendant cent heures, n'a donné qu'un peu d'acide iodhydrique, de matière charbonneuse noire contenant de l'iode et des traces d'un carbure épais et sirupeux. On retrouve intacte la presque totalité de l'iode et de la benzine employés.

» Dans les mêmes conditions, la naphtaline se détruit entièrement, avec production d'acide iodhydrique et d'une substance noire iodée.

» Le *toluène* a fourni des résultats plus nets et plus intéressants.

» On obtient également de l'acide iodhydrique et un peu de matière solide noire; le liquide surnageant, débarrassé de l'iode libre, par agitation avec la potasse, est fluorescent, de couleur jaune verdâtre. Soumis à des distillations fractionnées, il a donné :

» 1° De la benzine; le toluène employé n'en contenait pas et bouillait intégralement entre 110 et 113 degrés;

» 2° Du xylène ou au moins un carbure passant vers 140 degrés.

» La benzine et le xylène n'apparaissent, dans cette expérience, qu'en faibles quantités et en proportion à peu près équivalentes. On peut admettre que le méthyle d'une molécule de toluène passe, dans ces conditions, dans une seconde molécule pour donner le xylène. On a, en effet :

$$\underbrace{C^6H^5CH^3}_{\text{Toluène.}} + \underbrace{C^6H^5CH^3}_{\text{Toluène.}} = \underbrace{C^6H^6}_{\text{Benzine.}} + \underbrace{C^6H^4(CH^3)^2}_{\text{Xylène.}}.$$

Ce résultat serait analogue à ceux observés par M. A.-W. Hofmann dans la

(1) Les corps poreux, bois fossiles, les plantes sèches, etc., peuvent également être reproduits avec une assez grande exactitude.

surchauffe de la méthylaniline qui se change en toluidine. Le toluène chauffé seul, sans iode, pendant cent heures à 270 degrés, n'a pas fourni de traces appréciables de benzine et de xylène.

» 3° Une forte proportion de toluène non attaqué.

» 4° Après 140 degrés, le thermomètre s'élève rapidement jusqu'à 260 degrés. La quantité de carbures passant entre 260 et 300 degrés est assez considérable. Lorsque le thermomètre marque 310 degrés, il reste dans la cornue un résidu épais, sirupeux, d'une belle couleur rouge.

» Le liquide passé entre 260 et 300 degrés a été fractionné et a fourni un carbure huileux incolore, d'une odeur agréable, devenant épais dans le mélange réfrigérant, sans se solidifier, bouillant vers 275 degrés. Les analyses et les propriétés de ce carbure ainsi que celles de son dérivé bromé conduisent à l'identifier avec le benzyltoluène obtenu par Zincke dans l'action du chlorure de benzyle sur le toluène, en présence du zinc en poudre. Les parties qui distillent avant 275 degrés (en grande partie vers 270 degrés) ont donné à l'analyse des nombres qui conduiraient à la formule $C^{14}H^{15}$, et paraissent être un mélange de benzyltoluène $C^{14}H^{14}$ avec un peu de carbure plus hydrogéné.

» Le résidu épais, rouge, a été distillé à son tour : il a fourni (au-dessus de 310 degrés) des liquides jaunâtres de plus en plus épais ; enfin il est resté dans la cornue une masse solide et cassante à froid, fusible au-dessous de 100 degrés.

» Les carbures qui distillent au-dessus de 310 degrés n'ont pu être séparés en produits définis; mais l'analyse des diverses portions a montré que plus la température d'ébullition s'élevait, et que plus la matière devenait épaisse, plus l'hydrogène diminuait par rapport au carbone. C'est ainsi que le dernier produit, sirupeux et à peine fluide, distillé, a donné : carbone 92,75, hydrogène 7,28, nombres qui correspondraient à la formule $(C^{14}H^{13})$. Nous ne donnons pas cette formule comme appartenant à un produit défini, mais uniquement pour fixer par un symbole le sens de la réaction.

» La masse solide rouge a été bouillie avec de l'alcool absolu; la solution jaune rougeâtre, très-peu chargée de matière, dépose par refroidissement un carbure solide, de couleur rouge cinabre assez vive, en granulations très-petites et n'offrant pas d'apparence cristalline. Ce corps est très-soluble, en rouge orangé, dans la benzine et le chlorure de carbone; peu soluble à chaud dans l'alcool bouillant, presque insoluble à froid. Il fond au-dessous de 100 degrés.

» Il a donné à l'analyse : carbone 93,62, hydrogène 6,45, nombres

correspondant à la formule $2n(C^{14}H^{11})$. Traité par le brome, en solution dans le chlorure de carbone, il donne un dérivé de substitution bromé jaune clair, très-peu soluble dans l'alcool bouillant, soluble en rouge orangé dans la benzine et le chlorure de carbone et de formule $2n(C^{14}H^{10}Br)$.

» Il résulte de ces expériences que l'iode, chauffé à 250 degrés environ avec du toluène, agit comme déshydrogénant; les résidus de cette élimination d'hydrogène se soudent pour donner des carbures condensés moins riches en hydrogène. On a pu isoler deux termes définis résultant de cette action, savoir : le benzyltoluène, $C^{14}H^{14} = 2C^7H^8 - H^2$, et le carbure solide rouge, $2n(C^{14}H^{11}) = 2n(2C^7H^8 - H^5)$.

» Il est probable que, lorsque l'acide iodhydrique s'est formé en certaine proportion, celui-ci agit comme hydrogénant en exerçant son action dans le sens des expériences de M. Berthelot et en détruisant le premier effet. On s'explique ainsi pourquoi, en prolongeant pendant très-longtemps la surchauffe du toluène, on n'augmente pas le rendement en produits condensés.

» Il doit s'établir entre les actions simultanées et inverses de l'iode et de l'acide iodhydrique un de ces équilibres auxquels les chimistes sont habitués, depuis les belles recherches de M. H. Sainte-Claire Deville sur la dissociation, et de MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles sur l'éthérification. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation réciproque des acides tartrique inactif et racémique. Préparation de l'acide tartrique inactif;* Note de **M. E. Jungfleisch**, présentée par M. Cahours.

« Dans une Note précédente (1), j'ai indiqué les conditions suivant lesquelles l'acide tartrique droit peut, sous l'influence de la chaleur, se transformer en acide racémique. J'ai fait remarquer en même temps que de l'acide tartrique inactif prend également naissance dans ces circonstances. En poursuivant mes recherches, je suis parvenu à résoudre quelques-unes des questions soulevées par mes premières observations sur ce sujet.

» *Transformation complète de l'acide tartrique droit.* — Un des points que j'ai étudiés tout d'abord consistait à savoir si la transformation complète de l'acide tartrique droit est possible, malgré la présence d'une grande quantité d'acide racémique, ou bien si, à la température de 175 degrés, il s'établit un équilibre stable limitant la production du corps transformé.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 439.

» La disparition de l'acide tartrique droit est complète lorsqu'on prolonge suffisamment l'action de la chaleur. De plus, en chauffant vers 175 degrés, en vase clos et avec de l'eau, de l'acide racémique ou de l'acide tartrique inactif purs, je n'ai pu trouver aucune trace d'acides tartriques droit ou gauche dans les produits : un équilibre ne pouvant s'établir que par suite de transformations réciproques, on conçoit dès lors que la disparition de l'acide droit ne puisse pas être limitée et doive s'effectuer totalement dans les conditions de l'expérience qui précède.

» *Équilibre entre les acides racémique et tartrique inactif.* — L'acide tartrique droit disparaissant complétement, il devenait nécessaire de rechercher pourquoi l'on ne peut transformer en acide racémique, intégralement et par une seule opération, l'acide tartrique mis en expérience. Il est facile d'établir que c'est l'acide tartrique inactif, corps dont la production accompagne celle de l'acide racémique, qui intervient pour limiter la réaction.

» Tout d'abord, si, comme je viens de le dire, on chauffe pendant un temps suffisant l'acide tartrique droit en présence de l'eau, ce corps disparaît, et les acides racémique et tartrique inactif prennent naissance; mais, en continuant l'action de la chaleur à 175 degrés, on n'arrive pas à faire disparaître l'acide tartrique inactif. Vient-on alors à reprendre par l'eau et à séparer par cristallisation la plus grande partie de l'acide racémique formé, puis à chauffer comme précédemment le résidu contenant de l'acide inactif, une nouvelle proportion d'acide racémique se produit, en même temps qu'une quantité correspondante d'acide inactif disparaît. Après une deuxième séparation d'acide racémique, le résidu chauffé de nouveau en produit une troisième fois, et ainsi de suite. En d'autres termes, lorsque le mélange a atteint une certaine composition, il ne s'y forme plus d'acide racémique si l'on n'enlève, au moins en partie, celui qui se trouve en présence.

» De même, et c'est là un point dont je me permets de signaler dès maintenant l'importance, en traitant de pareille manière l'acide tartrique inactif pur, préparé comme je l'indiquerai plus loin, on arrive à des résultats identiques : il se transforme en acide racémique, partiellement dans chaque opération, mais de plus en plus complétement si l'on répète les traitements.

» Réciproquement, quand on chauffe, toujours dans les mêmes conditions, de l'acide racémique, il se transforme partiellement en acide inactif, et la production de ce dernier s'arrête à un certain point, quelque temps

qu'on prolonge ensuite l'action de la chaleur. Si, après avoir fait cristalliser l'acide racémique, on sépare l'eau mère et par conséquent l'acide inactif qui est moins abondant et très-soluble, puis, ajoutant un peu d'eau au produit cristallisé, qu'on chauffe de nouveau en vase clos, une nouvelle proportion d'acide inactif se forme, et ainsi de suite. Cette expérience faite, tantôt avec de l'acide racémique obtenu de l'acide droit, tantôt avec de l'acide racémique de Thann, a donné dans tous les cas le même résultat.

» Lorsqu'au lieu d'opérer à 175 degrés on fait les expériences précédentes à des températures de moins en moins élevées, mais peu écartées cependant de la première, entre 170 et 155 degrés par exemple, on observe que la quantité d'acide tartrique inactif formé ou subsistant va en augmentant. Le poids de l'eau ajoutée a également une action sur l'équilibre qui s'établit : plus il est grand, plus la proportion d'acide inactif est considérable dans le mélange non modifiable. Toutefois, mes expériences sur ce dernier point ne sont pas encore très-nombreuses.

» En résumé, ces faits me paraissent établir que l'acide tartrique inactif et l'acide racémique se transforment réciproquement l'un dans l'autre; cette transformation est par conséquent limitée et tend vers un état d'équilibre variable avec différentes circonstances, notamment sur la température.

» C'est là un nouvel exemple, après beaucoup d'autres, de ces actions inverses et simultanées observées pour la première fois par MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles dans leurs recherches sur les éthers. Il me paraît cependant tirer un intérêt particulier des relations remarquables que présentent entre eux, au point de vue du pouvoir rotatoire, les composés pour lesquels je viens de les signaler.

» *Préparation de l'acide tartrique inactif.* — Il est possible de mettre à profit ces observations pour préparer facilement et en grandes quantités l'acide tartrique inactif, substance découverte par M. Pasteur, mais restée jusqu'à présent fort rare, et si peu connue que sa présence a dû passer inaperçue dans beaucoup de cas.

» Si l'on chauffe, non pas à 175 degrés, mais à 165, pendant deux jours, dans un autoclave, de l'acide tartrique droit additionné d'eau comme pour préparer l'acide racémique, ce dernier ne se trouve dans le produit qu'en proportion relativement faible, et la plus grande partie de l'acide droit a disparu. On sépare d'abord autant que possible l'acide racémique par une première cristallisation, puis on étend d'eau la liqueur, on la divise en deux volumes égaux dont l'un est d'abord saturé exactement par de la potasse et

ensuite réuni à l'autre, de manière à tout transformer en sel acide. Le tartrate droit et le racémate acides de potasse sont peu solubles dans l'eau, surtout à froid, tandis que le tartrate acide inactif de la même base est très-soluble : les deux premiers sels cristallisent seuls lorsqu'on a évaporé partiellement la liqueur, et le troisième se dépose à son tour quand on laisse refroidir la solution suffisamment concentrée. C'est un très-beau composé, qu'on obtient rapidement pur après quelques cristallisations. Toutefois il est le plus souvent coloré par des matières provenant de la décomposition d'une petite quantité d'acide tartrique : il suffit d'ajouter à sa solution quelques gouttes d'acétate de plomb et de saturer ensuite par l'hydrogène sulfuré pour que, le sulfure de plomb entraînant la matière colorante, on obtienne le sel incolore par évaporation de la liqueur filtrée.

» D'ailleurs la préparation de l'acide tartrique inactif peut se faire en même temps que celle de l'acide racémique. Il suffit, en opérant comme je l'ai indiqué dans ma première Note, de répéter l'action de la chaleur un nombre de fois suffisant pour obtenir la quantité voulue d'acide racémique, puis de traiter les eaux mères et d'en extraire l'acide inactif à l'état de sel de potasse. J'ai pu obtenir facilement par cette méthode, et en me servant d'un très-petit appareil, plus de 1 $\frac{1}{2}$ kilogramme de tartrate inactif de potasse cristallisé. Ce sel peut être changé par précipitation en tartrate inactif de chaux, lequel, traité par l'acide sulfurique, fournit l'acide inactif cristallisé. On peut d'ailleurs atteindre le même résultat par les sels de plomb ou mieux de cuivre et l'acide sulfhydrique.

» M. Pasteur ayant eu la bonté de mettre à ma disposition un peu d'acide tartrique inactif provenant de ses expériences, j'ai pu constater l'identité de ce corps et de celui que j'ai obtenu. Je reviendrai sur cette substance dont je poursuis l'étude.

» Telle qu'elle se trouve établie actuellement, la transformation de l'acide inactif en acide racémique, et par suite en deux acides tartriques doués de pouvoir rotatoire à droite et à gauche, me paraît intéressante au point de vue de l'ensemble des phénomènes qui se rattachent à la dissymétrie moléculaire. Toutefois je dois ajouter que mes observations ne sont point absolument en contradiction avec les idées qui ont cours aujourd'hui sur l'origine du pouvoir rotatoire : l'acide tartrique inactif qui a servi de point de départ provenant lui-même de l'acide tartrique droit, composé d'origine naturelle, on peut croire que le pouvoir rotatoire de ce dernier a été seulement dissimulé et a reparu ensuite. On ne peut donc en conclure rigoureusement la possibilité de reproduire par synthèse les corps doués du pouvoir

rotatoire. C'est pourquoi j'ai cherché à aller plus loin, et dans une prochaine Communication j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats que j'ai obtenus en réalisant la synthèse complète de l'acide racémique au moyen de l'éthylène et du cyanure de potassium, c'est-à-dire de composés artificiels pouvant être obtenus avec les éléments. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'état du foie chez les femelles en lactation;* Note de **M. L. de Sinéty**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Chez les femelles en lactation nous avons trouvé constamment un état graisseux du foie. La graisse a une disposition toute particulière; située dans les rangées de cellules qui entourent la veine centrale, elle gagne quelquefois la partie moyenne et même, quoique rarement, les cellules de la périphérie. Cette localisation de la graisse nous a paru plus limitée sur la femme et la chienne que chez les herbivores, mais toujours nous avons trouvé cette substance abondante au centre, tandis qu'elle manquait ou était très-rare à la périphérie. Cette disposition est l'inverse de ce que nous avons observé dans les dégénérescences ou infiltrations graisseuses du foie, où le *processus* marche de la périphérie au centre du lobule. Nos expériences et observations ont porté sur le chien, le lapin, le lièvre et l'homme.

» A. *Femelles en lactation.* — 1° 30 juin 1872. Lapine en lactation, quatre jours après la parturition. L'animal, très-maigre, pèse 2452 grammes; lait dans les mamelles, chylifères transparents, sérum du sang très-transparent. Le foie pèse 70 grammes. Il contient dans ses cellules une grande quantité de petites gouttelettes de graisse qui, abondantes au centre et à la partie moyenne du lobule, manquent complétement à la périphérie.

» 2° 12 juin. Lapine, douze jours après la parturition, du poids de 3400 grammes. Lait dans les mamelles, chylifères transparents. Le foie, d'un rose jaunâtre, pèse 102 grammes. Il contient de nombreuses gouttelettes de graisse à la partie centrale et moyenne du lobule, manquant à la périphérie.

» 3° 2 septembre. Lapine (sauvage). Mamelles gorgées de lait, utérus vide, foie très-gras, surtout au centre et à la partie moyenne; mais tout le lobule est graisseux.

» 4° 7 septembre. Lièvre (sauvage) tué à 5 heures du soir. Mamelles pleines de lait, chylifères transparents; utérus vide, foie très-gras; les gouttelettes sont plus grosses vers le tiers interne du lobule.

» 5° 8 juillet. Chienne du poids de 7930 grammes, trois semaines après

la parturition, allaite trois petits. Mamelles contenant du lait. Le foie pèse 248 grammes. Il est d'un brun foncé parsemé de petits points jaunâtres. A l'examen histologique, nous voyons que la graisse forme des gouttelettes, dont quelques cellules sont pleines, mais localisées exclusivement dans les rangées qui entourent la veine centrale du lobule.

» 6° 7 juillet. Femme âgée de vingt-cinq ans, accouchée depuis deux mois, morte en six jours d'une pneumonie très-limitée à un sommet. Pas de tubercules ni d'autre affection. Les mamelles contiennent du lait. Les cellules du foie, situées au centre du lobule, contiennent des gouttelettes de graisse et d'abondantes granulations de même nature.

» B. *Femelles en gestation.* — 1° Lapine saillie le 25 septembre, sacrifiée le 19 octobre. Poids total de l'animal, 3042 grammes. Les chylifères sont lactescents, pas de lait dans les mamelles. Le foie pèse 64 grammes, contient quelques granulations graisseuses, mais situées dans le tiers externe du lobule et manquant vers le centre. L'utérus contenait 11 fœtus de 15 millimètres de long.

» 2° Lapine saillie le 27 septembre, sacrifiée le 19 octobre (vingt-deuxième jour). Poids de l'animal, 2006 grammes. Pas de lait dans les mamelles, l'utérus contient 11 fœtus de 55 millimètres de long. Le foie, d'un brun foncé, contient quelques rares granulations graisseuses, comme chez le lapin à l'état normal.

» 3° Juillet. Lapine arrivée au terme de la gestation. Les mamelles contiennent du lait. Dans l'utérus, plusieurs fœtus à terme, du poids de 26 grammes. Le foie contient une quantité considérable de graisse au centre et à la partie moyenne du lobule, pas à la périphérie.

» 4° 11 septembre. Femelle de lièvre (sauvage) tuée à 5 heures du soir. Lait dans les mamelles. L'utérus contient 2 fœtus à terme de 15 centimètres de long. Le foie contient des granulations graisseuses très-fines dans un certain nombre de cellules. Quelques cellules dans le voisinage du centre du lobule sont remplies par de grosses gouttelettes. Pas de graisse à la périphérie.

» C. *Femelles en dehors de la gestation et de la lactation.* — 1° Lapine ayant mis bas le 1er juillet, allaita jusqu'au 4, jour où l'on supprima l'allaitement. Sacrifiée le 14. Les mamelles ne contiennent qu'un peu de lait coagulé, rien ne s'écoule en les sectionnant, la plupart sont complétement vides. Le foie ne contient qu'une très-petite quantité de graisse, située dans les cellules de la périphérie, manquant absolument dans le voisinage de la veine centrale.

» 2° Lapin mâle, du poids de 2132 grammes. Le foie ne pèse que 51 grammes et contient à peine quelques rares granulations graisseuses. Nous avons examiné un grand nombre de foies à l'état normal, et nous n'avons trouvé que quelques rares granulations dans un très-petit nombre de cellules.

» D. *Expériences sur l'ingestion des matières grasses dans le canal intestinal, sur l'injection des matières grasses dans le sang et sur les transformations graisseuses produites par des substances toxiques.* — 1° Chez les chiens et les lapins allaités, le foie est tellement rempli de graisse, qu'il est difficile de voir où elle domine. Cependant chez un chien allaité, âgé de trois semaines, nous avons vu la graisse beaucoup plus abondante à la périphérie et n'atteignant qu'exceptionnellement le voisinage de la veine centrale.

» 2° Chez les lapins soumis à l'engraissement, nous avons observé dans le foie une certaine quantité de graisse, mais toujours située dans les cellules de la périphérie.

» 3° Le 15 juillet nous administrons à un lapin une cuillerée d'huile de foie de morue, le 16 et le 17 la même dose, le 18 nous le sacrifions; poids total 2150 grammes. Le foie, du poids de 64 grammes, est foncé et ne présente pas à l'œil nu l'aspect graisseux. A l'examen histologique, nous trouvons de petites gouttelettes disposées à la périphérie des lobules, contenues dans les cellules, s'irradiant de la périphérie vers le centre, mais manquant complétement dans les rangées qui se rapprochent du centre.

» 4° Le 19 juillet à midi, injection dans la veine jugulaire d'un lapin de 20 centimètres cubes d'une émulsion composée avec un jaune d'œuf bien délayé, battu dans l'eau distillée et passé à travers un linge de flanelle. A 3 heures nous tuons l'animal. Le foie présente des gouttelettes de graisse à la périphérie des lobules, absolument comme dans l'expérience précédente. Le tiers central des lobules ne contient pas du tout de graisse.

» Du 28 juin au 17 juillet nous administrons de petites doses de phosphore à un lapin qui meurt le 17. Poids total 1772 grammes, poids du foie 80 grammes. Les chylifères sont vides. Le foie a une apparence jaune, la graisse y est très-abondante, mais prédomine dans les cellules de la périphérie du lobule. Les veines et les muscles ont subi la dégénérescence graisseuse, tandis que chez toutes les lapines examinées précédemment nous n'avons jamais trouvé de graisse ni dans les reins ni dans les muscles (1).

---

(1) Tous les foies ont été examinés d'abord frais, puis après durcissement dans le liquide de Müller et traités par l'acide osmique ou l'acide acétique.

» *Conclusions.* — Il résulte pour nous de cette étude : 1° qu'il y a un état graisseux du foie, indépendant de la gestation, qui se développe en même temps que la fonction de lactation, continue pendant toute sa durée et finit avec elle;

» 2° Que la situation de la graisse dans le lobule du foie, chez les femelles en lactation, est complétement différente de ce que nous rencontrons dans tous les autres états graisseux du foie, infiltration, dégénérescence, engraissement artificiel.

» Les recherches relatives à ce travail ont été faites dans le laboratoire de Médecine et d'Histologie du Collége de France. »

HISTOLOGIE. — *Sur la couche endothéliale sous-épithéliale des membranes muqueuses;* Note de **M. Debove**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les membranes muqueuses sont revêtues d'une couche endothéliale située à leur surface, immédiatement au-dessous de l'épithélium.

» Je n'ai pas pris le mot endothélium dans le sens embryogénique qui lui a été attribué par His (*voir* Ranvier, article *Épithélium* du *Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques*); pour moi, les cellules endothéliales, dont le type est l'endothélium des membranes séreuses, sont des cellules plates, unies aux cellules voisines par un ciment très-fin et formées par du protoplasma pour ainsi dire desséché, susceptible de se gonfler dans certaines circonstances, sous l'influence de l'inflammation, par exemple.

» La membrane muqueuse sur laquelle ont d'abord porté nos recherches est la membrane muqueuse intestinale. Si l'on prend un fragment d'intestin grêle, qu'on chasse l'épithélium qui se trouve à sa surface et qu'on l'imprègne avec une solution de nitrate d'argent, on voit à la surface des villosités un magnifique réseau de lignes noires, marquant les limites des cellules endothéliales. Ces cellules ont des bords irrégulièrement festonnés qui s'engrènent avec les bords des cellules voisines.

» Cette couche endothéliale n'est pas limitée aux villosités, elle s'étend à toute la membrane muqueuse; au niveau des glandes de Lieberkhun, elle se déprime et forme ce qu'on a désigné sous le nom de *paroi* propre de ces glandes.

» En comparant mes préparations aux figures de His, je suis arrivé à cette conclusion, qu'il avait vu cette couche endothéliale à la surface des villosités, mais qu'il l'avait mal interprétée; cet auteur l'a prise pour le revêtement du chylifère central. Il est vrai que cet endothélium a la plus

grande ressemblance avec celui qui tapisse la face interne des vaisseaux lymphatiques; mais il n'est pas au centre de la villosité, il est à sa périphérie, immédiatement au-dessous de l'épithélium, et il s'étend à toute la surface de l'intestin.

» Mes recherches ont encore porté sur d'autres membranes muqueuses, particulièrement sur les membranes muqueuses vésicale et bronchique.

» La membrane muqueuse des bronches présente un endothélium placé immédiatement au-dessous de son épithélium; cet endothélium est polygonal, limité par des lignes droites : il est très-probable qu'il se continue directement avec l'endothélium des *infundibula*, l'épithélium s'arrêtant dans les petites bronches.

» J'ai également constaté la présence d'un endothélium sous-épithélial sur la membrane muqueuse de la vessie; cet endothélium est formé de cellules très-grandes, polyédriques, limitées par des lignes droites.

» Je n'ai pu savoir s'il existe à la surface de la peau une couche endothéliale semblable à celle des membranes muqueuses; l'adhérence de l'épiderme rend cette recherche extrêmement difficile, sinon impossible.

» J'ai dit que la membrane propre des glandes de Lieberkhun était une membrane endothéliale en continuité directe avec l'endothélium intestinal; quoique mes recherches sur ce point soient encore très-incomplètes, j'ai lieu de croire qu'il en est de même des autres glandes qui s'ouvrent à la surface des membranes muqueuses.

» C'est un point que j'espère élucider dans un prochain travail sur les couches endothéliales sous-épithéliales des membranes muqueuses; je donnerai en même temps les détails techniques de la préparation de ces endothéliums.

» Ce travail a été fait au laboratoire de Médecine et d'Histologie du Collége de France. »

PHYSIOLOGIE. — *Études sur les sécrétions biliaire et pancréatique chez les omnivores;* Note de **M. Defresne**, présentée par M. Claude Bernard. (Extrait.)

« *Conclusions.* — 1° La bile, par son alcalinité au moment de la digestion, joue un grand rôle dans la digestion pancréatique, qui, sans cette alcalinité, serait abaissée d'un tiers.

» 2° La bile émulsionne les corps gras à l'aide d'un acide organique

spécial qui n'agit que lorsqu'il est libre, mais que tout acide peut mettre en liberté, condition toujours remplie dans toute la longueur de l'intestin grêle.

» 3° La graisse ainsi émulsionnée reste neutre et n'est en rien modifiée.

» 4° Le suc pancréatique fait passer les albumines les plus diverses en albuminose incoagulable par la chaleur, soluble par l'alcool. L'amidon, sous son action, est transformé en glucose. Les corps gras sont dédoublés en glycérine et acides gras; ces derniers, s'émulsionnant spontanément, peuvent entraîner à l'état d'émulsion les corps gras en nature. »

OSTÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur la torsion normale de l'humérus chez les Vertébrés;* Note de M. J.-P. **Durand** (de Gros), présentée par M. Bouley.

« En Zoologie et en Botanique, on peut observer plus ou moins chez toutes les espèces certains caractères de conformation qui, quoique spécifiques, ont toute l'apparence d'une anomalie et offrent l'analogie la plus frappante avec des cas individuels de déformation.

» L'une de ces anomalies normales, si l'on peut ainsi parler, est celle que présente l'humérus chez la plupart des Vertébrés supérieurs, et qui consiste en une *torsion* très-accusée. Ce remarquable fait d'ostéologie, étudié avec un grand soin par M. Ch. Martins, a été pour nous le point de départ de nombreuses recherches, dont nous désirons soumettre les résultats à l'Académie. Nous nous bornerons aujourd'hui à indiquer brièvement trois faits, qui nous ont paru présenter un grand intérêt, au point de vue de l'anatomie philosophique.

» *Premier fait.* — Contrairement à ce qui a été professé jusqu'à ce jour, la torsion humérale n'existe pas chez tous les Vertébrés pourvus de membres, et de plus elle n'est pas dirigée dans le même sens chez tous ceux où elle se rencontre : 1° elle est *nulle* chez les Enaliosauriens, Ichthyosaures et Plésiosaures, et chez les Tortues thalassites; 2° elle est *antéro-interne* chez les Reptiles et Mammifères terrestres, chez les Phoques, les Morses et les Sirénides; 3° elle est *antéro-externe* chez les vrais Cétacés et chez les Oiseaux.

» *Deuxième fait.* — Notre membre supérieur peut être justement considéré comme une homotypie exacte du membre inférieur ultérieurement modifié, c'est-à-dire comme ayant eu primitivement l'os du bras et les deux os de l'avant-bras disposés de telle façon que, ainsi que l'os de la

cuisse et les deux os de la jambe, ils eussent leurs faces dorsales par devant et leurs faces ventrales par derrière, que le radius et le cubitus fussent juxtaposés parallèlement et latéralement, ainsi que le tibia et le péroné le sont entre eux, et que l'articulation huméro-cubitale eût son angle saillant en avant, à l'instar de l'articulation fémoro-tibiale.

» Cela dit, la modification idéale dont il s'agit se serait opérée d'abord par une torsion de l'humérus faisant décrire, à la base de cet os, une demi-circonférence de cercle, et ayant pour effet consécutif d'amener le renversement de l'avant-bras et de la main d'avant en arrière, c'est-à-dire de les mettre en supination. En second lieu, la nécessité fonctionnelle de restituer à la main sa direction première aurait sollicité et déterminé le mouvement de pronation, par lequel les deux os de l'avant-bras arrivent à présenter la disposition relative si bizarre que l'on connaît, et qui offre cette particularité très-significative que le radius et le cubitus y sont mutuellement en contact par leurs faces ventrales. Ajoutons maintenant que la disposition des deux os soudés de l'avant-bras, chez les quadrupèdes qui ne jouissent pas de la pronation libre, constitue une véritable pronation fixe, où les deux rayons osseux restent unis par leurs faces ventrales en opposition antéro-postérieure.

» Telle est la règle générale, et elle serait universelle, n'était une exception singulière que nous avons rencontrée chez un animal très-singulier d'ailleurs, l'*Échidné*. Chez cet édenté, l'avant-bras nous montre ses deux os juxtaposés parallèlement et par leurs faces latérales, et tournés dans le même sens, leur face dorsale en avant, leur face ventrale en arrière.

» Ce fait exceptionnel suffirait pour infirmer la théorie ci-dessus indiquée de la morphogénie du bras, si à ce fait ne venait s'en ajouter un autre, qui le complète.

» Voici ce second fait : chez l'Échidné, à la torsion humérale se joint une incurvation très-prononcée de l'humérus, avec un déchirement profond de son épiphyse inférieure, ce qui constitue un équivalent de la demi-révolution radio-carpienne de la pronation, comme moyen mécanique de ramener en avant l'extrémité inférieure du membre, précédemment retournée en arrière, c'est-à-dire mise en supination, par la torsion de l'humérus.

» *Troisième fait.* — Les divers genres de la Tortue présentent entre eux une extrême diversité et les différences les plus essentielles, quant à la conformation des membres : 1° les Tortues de mer sont sans torsion humérale et conséquemment les deux os de leur avant-bras ont conservé tout le parallélisme latéral primitif; 2° les Emysaures d'Amérique ont l'humérus

faiblement tordu, et leur avant-bras est exempt de pronation; 3° enfin, chez les Cistudes et les Chersites de l'ancien monde, une torsion humérale d'environ 90 degrés vient se compliquer d'une autre lésion apparente, encore plus curieuse, une véritable *luxation du coude* par rotation antéro-interne. On s'explique difficilement qu'un caractère aussi saillant et aussi extraordinaire n'ait point frappé les naturalistes. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur la structure intime du bec de la Spatule* (Platalea); Note de M. JOBERT, présentée par M. Milne Edwards.

« La Spatule (*Platalea*), de l'ordre des oiseaux échassiers, est caractérisée par un bec très-long, droit, très-aplati, dilaté et arrondi en forme de spatule; les faces externes, inférieurement et supérieurement, sont lisses; les faces internes sont, au contraire, parcourues par une série de petits sillons longitudinaux qui, à l'extrémité du bec, s'infléchissent et suivent toujours parallèlement entre eux la courbe décrite par cette extrémité des mandibules.

» En dedans et en dehors une couche épidermique épaisse recouvre et protége les organes profonds dont nous allons avoir à nous occuper.

» Dans un travail précédent, continuant les recherches de Leydig sur la structure du bec des Bécasses et des Canards, ceux de Grandry, Goujon, Ihdler, j'ai étudié avec soin la structure du bec du Flamant rose, au point de vue principalement de la terminaison des nerfs, ainsi que celle de la langue de certains Fringillidés. Toujours j'avais constaté, comme les auteurs que j'ai nommés ci-dessus, que les nerfs venaient, soit dans des papilles élevées, soit dans l'épaisseur de la membrane kérotique, se mettre en connexion avec des corpuscules spéciaux.

» Découverts par Herbst, en 1848, et décrits bien souvent depuis, chez la Spatule il existe bien des corpuscules nerveux terminaux; mais, en raison du peu d'épaisseur du bec, des dispositions s'observent, qui jusqu'à présent n'ont point été décrites. Les os du bec sont très-peu solides, seules les tables externes et internes sont denses. Entre ces deux tables résistantes se trouvent de grands alvéoles remplis de graisse, des vaisseaux très-nombreux rampent sur leur paroi. Ces os, au point de vue de la structure, n'offrent rien de bien remarquable; les ostéoplastes, ainsi que les canaux de Havers, sont en grand nombre, et il y a beaucoup de cellules de pigment étoilées. Les tables externes et internes sont également perforées de trous d'un diamètre considérable sur lesquels nous allons avoir à revenir.

» Ces os sont recouverts par une mince membrane conjonctive dans laquelle on observe un réseau élastique, composé de fibres extrêmement fines et enroulées, soit en hélice, soit simplement sinueuses. Cette membrane est recouverte par un épiderme épais très-pigmenté dans sa couche profonde, hyalin, composé de longues cellules de formes losangiques, vues de profil et qui n'ont pas de noyau dans la couche superficielle.

» Privée de papilles dans les faces extérieures, la membrane kérotique en possède qui correspondent aux sillons dont j'ai parlé plus haut. Disons de suite que ces papilles sont *exclusivement* vasculaires; c'est surtout par la disposition des nerfs que la structure du bec de la Spatule est remarquable. D'énormes troncs, émanés, comme on le sait, du trijumeau, viennent se ramifier dans cette partie de la face. Dans la mandibule supérieure, les deux gros rameaux suivent d'abord la ligne médiane, accolés l'un à l'autre, puis ils se séparent et longent les bords extérieurs de l'organe; dans la mandibule inférieure, ils suivent les canaux creusés dans l'épaisseur des branches montantes de l'os et viennent se ramifier dans l'extrémité de l'organe. Ces nerfs, comme je l'ai dit plus haut, sont d'un volume énorme.

» Les ramifications émanées des troncs principaux s'anastomosent entre elles plusieurs fois; puis les filets ultimes vont, en rampant aux faces internes des tables supérieure et inférieure des os, s'engager dans ces grands trous circulaires dont nous signalions plus haut l'existence. Là ils se trouvent en contact avec la membrane dont les refoulements internes sont venus remplir les cavités osseuses. Dans la partie moyenne du bec, au-dessus de ces cavités, la membrane présente un léger épaississement, qui produit une saillie extrêmement peu développée; et c'est dans ces sortes d'alvéoles de cupules que se terminent les filets nerveux qui en ces points se divisent; enfin chacun de leurs tubes va se mettre en connexion avec un corpuscule terminal, après avoir décrit les trajets les plus sinueux.

» Chaque alvéole contient de quatre à six corpuscules. Ces petits organes ne diffèrent guère de ceux que j'ai décrits ailleurs; leur couche conjonctive extérieure est peu épaisse, semée de longs noyaux; le bulbe central est très-apparent; de chaque côté s'observent extérieurement des noyaux très-brillants; dans son intérieur chemine la fibre nerveuse qui fait suite au tube nerveux, lequel perd sa myéline en pénétrant dans l'organe. Cette fibre pâle se termine par une petite boule arrondie et se colore très-vivement en pourpre sous l'action du chlorure d'or; le bulbe tout entier ne tarde pas lui-même à se colorer, il se teint en noir sous l'influence de l'acide osmique.

» Les alvéoles osseux s'observent surtout dans la pointe moyenne du bec, plus nombreux à la face interne qu'à celle qui regarde l'extérieur, qui, cependant, en possède aussi; mais, au pourtour du bec, la disposition est un peu différente.

» L'os envoie de longs prolongements analogues à des digitations. C'est entre ces longs prolongements que s'enfonce le derme, et c'est aussi en ces points que viennent s'accumuler les corpuscules terminaux, de plus en plus nombreux, à mesure qu'on s'approche de l'extrémité du bec. Dans une coupe que j'ai sous les yeux, je compte jusqu'à dix-sept corpuscules dans un seul de ces espaces interosseux.

» D'après ces recherches, il faut donc considérer le bec de la Spatule comme un organe d'une très-grande sensibilité; les cloisons osseuses qui séparent les tables supérieure et inférieure sont extrêmement minces et ploient sous la moindre pression; le tissu élastique, dont l'organe est si riche, ne tarde pas à rétablir l'équilibre. Chaque léger choc est donc ressenti, chaque pression légère est donc transmise très-aisément à l'appareil sensitif, et cette disposition des terminaisons nerveuses, différente de celle qui s'observe dans le bec des autres oiseaux étudiés jusqu'ici, nous a paru digne d'une description. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques passages d'un écrivain arabe du Xe siècle, relatifs aux oiseaux gigantesques de l'Afrique sud-orientale*; Note de M. MARCEL DEVIC, présentée par M. Milne Edwards.

« L'histoire est fort pauvre en renseignements touchant l'existence des oiseaux gigantesques d'espèces éteintes, tels que ceux dont les restes ont été recueillis, en ces dernières années, à Madagascar et à la Nouvelle-Zélande, et si savamment étudiés par M. Owen et par M. Alph.-Milne Edwards.

» Cette pénurie de documents m'engage à signaler à ce sujet quelques passages, d'ailleurs fort peu scientifiques, mais, si je ne me trompe, absolument inédits, d'un écrivain arabe du Xe siècle de notre ère, auteur d'un ouvrage intitulé : *Merveilles de l'Inde*, c'est-à-dire, d'après le système toponymique des géographes arabes, Merveilles de tous les pays baignés par l'océan Indien. Ce sont des anecdotes de voyages, des récits de naufrages, des faits curieux concernant les mœurs, les animaux, les productions des contrées africaines et asiatiques où abordaient les navigateurs musulmans. L'auteur, malheureusement, n'a pour ainsi dire rien vu de ce qu'il rapporte; il ne fait que répéter les propos des marins et des marchands qu'il

a questionnés. Aussi les passages relatifs à des oiseaux d'une taille extraordinaire, les seuls dont je veuille parler ici, sont-ils plus ou moins empreints de cette couleur légendaire qui manque rarement aux récits venus de lointains pays, et qui dénature souvent un fond vrai sous des détails de fantaisie.

» Ici, ce sont sept matelots naufragés dans une île, qui se sauvent un à un, comme le fameux Sindbad, en s'attachant aux pattes d'un énorme oiseau herbivore. Là, d'autres naufragés assomment un oiseau, « gros » comme un taureau ou à peu près », et, après avoir mangé de sa chair, ont le désagrément de voir tomber leurs cheveux, leur barbe et tous les poils de leur corps. Ailleurs on croirait reconnaître la source où Marco-Polo a puisé ce qu'il rapporte (trois cents ans plus tard) du « Roc de Madagascar » :

« Un marin, dit l'auteur arabe, m'a conté qu'il avait ouï dire qu'on voit à Sofala un oiseau qui saisit une bête sauvage avec le bec ou avec les griffes, l'emporte dans les airs et la jette à terre pour la tuer, puis tombe sur elle et la dévore. Il y a aussi, dans ce pays des nègres, un oiseau qui se jette sur des tortues colossales, les enlève, les brise sur les rochers et en mange jusqu'à cinq ou six dans le même jour, s'il les trouve. »

» C'est dans les mêmes parages de la Cafrerie qu'« un des plus fameux » capitaines des navires qui vont au pays de l'or » a vu capturer un oiseau gigantesque dont il a oublié le nom. Ce monstre ailé avait saisi et mis en pièces un éléphant, et en avait déjà mangé le quart, quand on parvint à le tuer à l'aide de flèches empoisonnées.

« Le roi des Nègres ordonna de prendre les plumes des ailes; et des grandes, il y en avait douze, six à chaque aile. On prit encore d'autres plumes, le bec et une partie des griffes.... Une des plumes ayant été coupée, on vit que le tuyau pouvait contenir deux outres d'eau et plus. »

« En quelques autres endroits, il est encore question de plumes gigantesques, mais sans aucune mention de l'oiseau qui les a fournies :

« La plus grande plume d'oiseau que j'aie vue est une plume dont le tuyau était long de deux aunes, et nous jugeâmes qu'elle pouvait contenir une outre d'eau. Le capitaine de navire Ismaïlouya m'a conté qu'il avait vu, à côté du logis d'un riche marchand de l'Inde, un tuyau de plume qui servait de réservoir pour l'eau. Comme je m'émerveillais de cela, il me dit : « Ne t'émerveille pas, car un marin du pays des Zindjs (Zanghebar) m'a dit qu'il » avait vu chez un de leurs rois un tuyau de plume qui contenait vingt-cinq outres. »

» Citons encore le tuyau de plume qu'un naufragé vit dans une hutte, au milieu de plantations de riz et dourah :

« Arriva un homme conduisant deux taureaux chargés de douze outres d'eau qu'il vida

dans ce réservoir. Je m'en approchai pour boire, et le trouvai poli comme une lame de couteau, différent de la poterie et du verre. « C'est un tuyau de plume, » dit l'homme. Je n'en voulus rien croire, jusqu'à ce que, ayant frotté l'intérieur et l'extérieur, je le trouvai translucide et portant encore sur les côtés des traces de barbes. »

» Tous ces passages et ceux que j'y pourrais ajouter ne fourniront sans doute aucun argument nouveau à M. Bianconi pour classer l'Æpyornis parmi les Rapaces, ni à M. Alph.-Milne Edwards pour en faire un Échassier voisin de l'Autruche et du Casoar; ils témoignent du moins que les navigateurs arabes avaient quelque connaissance de ces géants emplumés, et semblent prouver que ces oiseaux n'étaient pas absolument rares, au IXe ou au Xe siècle, dans la région de Madagascar.

» Cette Note était rédigée lorsque j'ai appris une nouvelle propre à y ajouter quelque intérêt. Le Dr Haast écrit de la Nouvelle-Zélande à M. Alph.-Milne Edwards qu'il a découvert, dans la province d'Otago, des ossements d'un *oiseau de proie* gigantesque, qu'il nomme *Harpagornis,* et qui n'a rien de commun avec l'*Æpyornis* de Madagascar. Serait-ce là enfin le grand Rapace de Marco-Polo et des conteurs arabes? »

GÉOLOGIE. — *Sur quelques fossiles de l'Alaska, rapportés par M. A. Pinart;* Note de M. P. Fischer, présentée par M. Daubrée.

« Les renseignements relatifs à la géologie de la péninsule d'Alaska et des îles Aléoutiennes sont peu nombreux; on a signalé toutefois dans ces contrées des couches tertiaires et quaternaires et un petit îlot jurassique, mais les roches cristallines et volcaniques sont surtout dominantes.

» Récemment M. d'Eichwald (1) a annoncé la présence dans l'Alaska de divers horizons de la craie (craie de Tours, néocomien, gault).

» M. Pinart, après une exploration importante de l'Alaska, a rapporté au Muséum des collections très-étendues, parmi lesquelles on trouve quelques roches, dont il a bien voulu me confier la détermination. Elles proviennent de la presqu'île d'Alaska et des îles Pribyloff.

» 1° *Roches du cap Nounakalkhak, à l'entrée de la baie Povalouk.* — Calcaire argileux grisâtre, plus ou moins compacte, pétri uniquement d'empreintes et de moules de *Monotis salinaria*, Bronn, espèce caractéristique des dépôts salifériens de Saltzbourg, et dont l'extension géographique paraît considérable. En effet, Zittel, à la suite du voyage scientifique de la frégate

(1) *Geognostisch-Palæont. Bemerk. Ueber die Halbinsel Mangischlak und die Aleutischen Inseln.* Saint-Pétersbourg, 1871.

Novara, a reconnu cette espèce à Richemond, près Nelson, dans l'île sud de la Nouvelle-Zélande, où elle constitue une variété un peu plus grande et un peu plus bombée que le type européen (1).

» Quelque temps après la Note de Zittel, M. Eudes Deslongchamps a indiqué les mêmes fossiles à l'île Hugon (archipel de la Nouvelle-Calédonie) dans les roches rapportées par M. E. Deplanches (2); je les ai signalés moi-même parmi les fossiles recueillis dans la Nouvelle-Calédonie par M. Garnier (3); ils sont associés à des *Halobia* et à quelques autres espèces du même horizon.

» Il est probable que les couches à *Monotis salinaria* de la péninsule d'Alaska sont la continuation du terrain triasique reconnu sur la côte occidentale de la Californie par M. Whitney, et qui est caractérisé également par des *Monotis* et des *Halobia* (4).

» La remarquable extension dans les deux hémisphères d'une même espèce qui, par son agglomération, pétrit des roches sur des étendues considérables, est un fait opposé complétement aux données actuelles sur la distribution des animaux marins. A l'époque triasique existait-il des faunes marines distinctes, ou bien la population zoologique maritime était-elle uniforme sur toutes les latitudes?

» 2° *Roches de la baie d'Amakshak, près Soutkhoum, et de la baie de Nakkhalikik, près de la montagne Chigihinagak.* — Ces roches lourdes, très-compactes, sont constituées par un carbonate double de magnésie ferrifère (breunérite).

» A l'exception d'un exemplaire de *Pholadomya* du groupe des *Homomya*, ces roches ne présentent pas d'autres fossiles que des *Aucella*, groupe de coquilles confondues longtemps avec les *Inoceramus*, mais dont le test est très-mince et peut-être nacré. Le type du genre *Aucella*, de Keyserling, est l'*Inoceramus concentricus*, Fischer (*Oryct.*, p. 177, *Pl.* 30, *fig.* 1-3), découvert dans l'oxfordien du gouvernement de Moscou, et rapporté avec d'autres fossiles à la suite du voyage de Krusenstern (*Petschora-Land*, p. 300, *Pl.* 16, *fig.* 13-16). J'ai comparé les exemplaires de l'Alaska avec ceux de Russie, et leur identité me paraît extrêmement probable.

---

(1) W.-B. Clarke, *Recent. geolog. discov. in Australasia*, Sidney, 1861.

(2) *Documents sur la géologie de la Nouvelle-Calédonie* (*Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*, t. VIII, 1864).

(3) *Sur les roches fossilifères de l'archipel calédonien, recueillies par M. Garnier* (*Bulletin de la Société géologique de France*, p. 457, 1867).

(4) *Geolog. Survey of California*, 1864 et 1866.

» D'après cette seule analogie, on pourrait admettre que les roches à *Aucella* de l'Alaska sont jurassiques; mais il ne faut pas oublier que le genre *Aucella* est représenté dans la craie. Nous devons donc regretter que l'absence d'autres fossiles plus caractéristiques nous empêche de trancher cette question. La craie de l'Alaska, d'après Eichwald, renferme des *Inoceramus*; or le véritable *Inoceramus concentricus*, Parkinson, du gault ressemble singulièrement à un *Aucella*.

» 3° *Fossiles des îles Pribyloff.* — Les îles Pribyloff sont situées au nord de la chaîne des îles Aléoutiennes; M. Pinart a découvert dans cette localité deux moules d'une coquille bivalve, d'assez grande taille, et que je crois devoir attribuer à un *Cardium* tertiaire ou quaternaire du groupe du *Cardium groenlandicum*, Gmelin, qui vit dans le détroit de Behring.

» M. Pinart, enfin, a recueilli une dent d'*Elephas primigenius* qui a été l'objet d'une Note présentée récemment à l'Institut par M. A. Gaudry.

» Les fossiles rapportés par M. Pinart sont peu nombreux, mais ils appartiennent à des horizons géologiques variés; ils nous font espérer qu'une nouvelle exploration des mêmes contrées nous donnera des documents précieux sur la constitution géologique d'une région qui est encore presque inconnue. »

GÉOLOGIE. — *Sur la faune du lehm de* Saint-Germain au Mont-d'Or (Rhône), *et sur l'ensemble de la faune quaternaire du bassin du Rhône*; Note de M. E. CHANTRE, présentée par M. Belgrand.

« Des travaux de terrassement exécutés par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, à la gare de Saint-Germain au Mont-d'Or (Rhône), en juillet et août dernier (1872), ont fait découvrir, sur un espace de 200 mètres environ, une quantité considérable d'ossements d'animaux, d'espèces émigrées et d'espèces éteintes. Ces fossiles sont probablement contemporains de la fin de la grande extension des glaciers alpins dans la vallée du Rhône.

» La plupart des pièces étaient fracturées en grand nombre de portions; mais, après quelques jours d'un travail difficile, M. Revil fils, l'un des préparateurs du Muséum de Lyon, est arrivé à réunir les fragments et à reconstituer plusieurs parties complètes des squelettes, de manière à établir la liste suivante :

» 1° *Bos primigenius*; 2° *Bison*; 3° *Cervus tarandus*; 4° *Equus cabalus*; 5° *Rhinoceros tichorhinus*; 6° *Elephas primigenius*.

» C'est dans une petite concavité creusée dans les graviers à Mastodonte que se sont déposés, avec le lehm, ces débris variés. C'est la première fois, dans le bassin du Rhône, que l'on trouve réunie, en dehors des cavernes à ossements, une série aussi considérable de débris de genres et d'espèces de mammifères appartenant à la faune quaternaire.

» Il faut admettre que la Saône, qui, à l'époque quaternaire, s'écoulait en partie des glaciers du plateau bressan, a pu former, sur ce point, un remou assez prononcé pour expliquer une pareille accumulation d'animaux morts sur un espace si restreint. Indépendamment de ce qui vient d'être découvert récemment, lors des premiers travaux de construction de la ligne du chemin de fer de Paris, on avait déjà rencontré un très-grand nombre d'ossements de proboscidiens, qui ont été détruits en partie ou dispersés dans plusieurs collections particulières.

» On peut rapprocher de cette découverte toutes celles qui ont été faites, à diverses époques, dans le lehm qui recouvre les calcaires jurassiques inférieurs du Mont-d'Or lyonnais et les fentes des carrières qui y sont exploitées; puis les nombreux gisements du plateau bressan, de la plaine dauphinoise et des collines lyonnaises, dont le chiffre s'élève actuellement à plus de vingt-cinq, à notre connaissance.

» Dans tous ces gisements, que j'ai entrepris de décrire, ainsi que leur faune, avec M. le D[r] Lortet directeur du Muséum, ce sont les ossements de proboscidiens qui se trouvent partout en plus grande abondance.

» Nous possédons dans notre collection toutes les parties, moins quelques côtes et quelques vertèbres, d'au moins deux éléphants de l'espèce que M. Jourdan a appelée *intermedius*, et qui a beaucoup de rapport avec l'*Elephas antiquus* de Falconer; on travaille en ce moment au montage de ces pièces, encore uniques en France. De cette même espèce d'éléphant, nous possédons des portions de têtes, défenses ou molaires différentes, et os longs de plus de quarante individus; peut-être pourrait-on en compléter un troisième sujet. L'*Elephas primigenius* est moins commun que dans le bassin du Rhône; nous n'avons guère de cette espèce que les parties de squelettes de huit à dix individus.

» Le Rhinocéros, l'Hippopotame et le *Sus* se trouvent souvent associés aux proboscidiens, mais en quantités infiniment moins grandes. Quant au Cheval, il se trouve partout très-communément avec les genres précédents.

» Après les pachydermes, ce sont les ruminants qui offrent le plus de débris dans les gisements qui nous occupent; le *Bos Aurochs*, le *Cervus elaphus* sont les plus fréquents; le *Megaceras*, le Bouquetin sont rares dans

ces dépôts, ainsi que le Renne, qui se trouve en si grande abondance dans les cavernes habitées par l'homme et sur les points où il a été chassé par les peuplades préhistoriques, en même temps que l'Éléphant et le Bison, comme à Solutré, par exemple.

» Il en est de même des carnassiers et des rongeurs : ce n'est que dans les cavernes du Doubs et de la Haute-Saône que l'*Hyæna spelæa* et l'*Ursus spelæus* ont été fréquemment trouvés en dehors de ces gisements ; ce sont toujours des raretés. »

HYDROLOGIE. — *Sur le rôle attribué par* M. Belgrand *aux terrains perméables du bassin de la Seine, dans les inondations.* Lettre de **M. Dausse** à M. le Président.

« Je viens de lire une Communication faite à l'Académie, le 9 décembre, par M. Belgrand, Communication où ce savant ingénieur me semble attribuer un trop grand rôle aux terrains perméables du bassin de la Seine, dans le cas ordinaire et actuel des inondations. Voici très-brièvement l'observation que je me permets sur ce point.

» M. Belgrand dit (*Comptes rendus*, p. 1587) : « Les pluies d'été sont » presque sans influence, tandis que les pluies d'hiver amènent presque » toujours des crues. » Pourquoi cette différence, sinon parce que les terrains perméables (formant les trois quarts du bassin de la Seine) ne jouent qu'en été le grand rôle que leur prête sans restriction le travail dont il s'agit?

» Effectivement, en été, le sol est sec, et si, en outre, il est perméable, il boit et filtre, à ce double titre, l'eau de pluie plus que jamais; et moins que jamais, au contraire, en hiver, quand la pluie dure, par la raison que, le sol étant imbibé et regorgeant d'eau, cette pluie ruisselle alors plus aisément qu'elle n'est bue ou qu'elle ne s'infiltre.

» Les preuves, du reste, ne manquent pas à l'appui de cette explication. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la pluie d'étoiles filantes du 27 novembre, observée à Palerme, et sur une apparition d'aurore boréale;* Note du **P. Tacchini**.

« Palerme, 11 décembre 1872.

» Je me permets de vous communiquer quelques notes sur les observations des étoiles filantes, faites en Sicile pendant la nuit du 27 novembre 1872. Ici, à Palerme, j'ai commencé à observer à 10 heures; de 10 heures

à $1^h 50^m$, j'ai compté 802 météores. Au commencement, en dix minutes, j'ai vu 84 étoiles filantes; à la fin, seulement 7. Le maximum a eu lieu vers 9 heures. La position du point radiant correspondait aux coordonnées suivantes (11 heures) :

$$Æ = 40°, \quad \delta = +46°.$$

» A Mazzarino, mon frère Augustin a trouvé le nombre 12960 pour les météores visibles entre $9^h 30^m$ et minuit. Il a déterminé aussi le radiant; il a trouvé ($9^h 30^m$)

$$Æ = 15°, \quad \delta = +53°.$$

» M. Alby, à Girgenti, entre $6^h 25^m$ et $6^h 55^m$, avec un autre observateur, a noté 700 météores, et 2274 de 8 heures à $8^h 30^m$. M. Alby indique pour le radiant (8 heures)

$$Æ = 52°, \quad \delta = +35°.$$

» M. le professeur Mangini, à Modica, et ses collègues auraient continué à voir la pluie des météores jusqu'à 6 heures du matin, et fort intense. J'attends de nouveaux renseignements.

» A Caltanisetta, le professeur Zona a estimé à 6000 le nombre des étoiles filantes apparues entre $8^h 30^m$ et 9 heures, et 22000 entre $8^h 30^m$ et 1 heure après minuit. Selon le dessin envoyé par M. Zona, la position du radiant était

$$Æ = 32°, \quad \delta = +43°.$$

» M. le professeur Boltshauser, de Catane, a observé le maximum vers 8 heures, et il a déduit de ses observations que le nombre total des météores, en deux heures et demie, aurait été de près de 10000. Le professeur Boltshauser place le point radiant dans la constellation de Persée, et précisément dans la tête de Méduse, c'est-à-dire

$$Æ = 44°, \quad \delta = +40°.$$

» Dans la même nuit du 27 novembre, on a observé au nord une aurore boréale, que j'avais présagée de la manière suivante. Le Soleil, après une période de calme, a commencé, le 26 novembre, à présenter de beaux phénomènes dans sa chromosphère et son atmosphère. Dans la matinée du 27, ils prirent des proportions encore plus considérables : j'envoyai immédiatement un télégramme à Gênes, recommandant à M. le professeur Garibaldi de faire attention au ciel nord pendant la nuit. Malheureusement le ciel fut couvert à Gênes; mais l'aurore boréale a été observée en d'autres endroits, le 27 et même le 25 novembre, comme à Moncalieri et à Volpe-

glino; à Palerme, à 1 heure après minuit du 27, une lueur aurorale faible et intermittente a été vue par moi et mon assistant, M. Delisa. Il me semble donc que les aurores boréales des 25 et 27 novembre doivent être considérées comme étant en relation avec les phénomènes solaires, plutôt qu'avec la pluie d'étoiles filantes.

» Après le 27 novembre, je n'ai plus observé aucune trace du courant météorique; seulement, dans la nuit du 4 décembre, j'ai vu quelques filantes, partant de l'étoile δ de Cassiopée. Le résultat de la nuit du 4 décembre a été négatif. »

M. Sacc adresse, de Neuchâtel, des considérations sur la chaleur animale, et rend compte de diverses expériences relatives à la transformation des lactates en carbonates, chez les marmottes.

« M. Chasles présente à l'Académie, de la part de M. le Prince Boncompagni, les livraisons d'avril et mai 1872 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*. Il signale, dans la première, une dissertation fort intéressante de M. H. Martin, intitulée : *Hypothèse astronomique de Philolaüs*. On a dit et l'on répète généralement que le système de Philolaüs n'était que la reproduction de celui de Pythagore, et le même que celui de Copernic. M. H. Martin se propose de prouver qu'il y a là une double erreur; que le système de Philolaüs n'était pas du tout le même que celui de Pythagore, et qu'il différait aussi essentiellement du système de Copernic. Notre confrère discute tous les textes anciens qui nous sont parvenus, les opinions auxquelles ils ont déjà donné lieu, et particulièrement, dans l'antiquité, celle d'Aristote. Il dit à ce sujet :

« Les hypothèses (dans le système de Philolaüs) se tiennent et s'enchaînent étroitement les unes aux autres, mais avec trop peu d'égards pour les phénomènes observables..... Tel est le jugement général d'Aristote sur le système astronomique de Philolaüs. Tel doit être aussi celui de la science moderne. Seulement ce système a un mérite, qu'Aristote ne pouvait pas apprécier, et qu'une interprétation trop complaisante a exagéré dans les temps modernes, mais que voici réduit à sa juste valeur : dans l'antiquité, ce système, peu suivi, a cependant ébranlé, pour quelques hommes, un préjugé trop cher à Aristote et à presque tous les anciens, savoir, le préjugé de l'immobilité de la Terre, et il a préparé ainsi la voie aux rares partisans qu'ont trouvés, dans l'antiquité même, deux hypothèses vraies, que Philolaüs lui-même n'avait pas proposées, savoir : d'abord celle de la rotation diurne de la Terre sur son axe, et plus tard celle de la révolution annuelle de la Terre autour du Soleil. Dans les temps modernes, les rénovateurs de ces deux hypothèses réunies (c'est-à-dire d'un système du monde enseigné dans l'antiquité même par Aristarque de Samos et par

Séleucus de Babylone), Copernic et Galilée, trompés par des textes antiques mal compris, ont cru reproduire le système astronomique de Philolaüs. »

» La livraison de mai renferme une Notice sur les travaux de l'éminent géomètre et physicien Jules Plücker, notre Correspondant, due à l'éminent et regretté professeur de l'Université de Göttingue, Alfred Clebsch, dont la mort récente est une grande perte pour les sciences mathématiques. Cette Notice est traduite de l'allemand par M. Paul Mansion, professeur de l'Université de Gand. Plücker a cultivé, avec une égale supériorité, les théories mathématiques se rapportant à la Géométrie principalement, et la Physique, tout à la fois mathématique et expérimentale. Dans ces deux ordres de travaux différents il a enrichi la science de découvertes qui ont hautement fixé l'attention et les éloges, notamment de la Société Royale de Londres, et ont été déjà le sujet d'une très-judicieuse analyse de notre confrère M. Bertrand, dans le *Journal des Savants* (mai 1867).

» La Notice actuelle de M. Clebsch, consacrée particulièrement aux recherches mathématiques de Plücker, offre une étude des progrès de la science, extrêmement utile pour ses progrès ultérieurs. A la suite se trouvent d'abord une indication succincte des travaux de Physique de Plücker, due à M. le professeur Hittorf, son collaborateur dans quelques recherches; puis une liste générale de ses travaux, due à M. le Dr Klein.

» Le travail de M. Bertrand, que nous venons de citer, s'étend principalement sur les recherches de Physique, concernant l'action magnétique sur les métaux, sur les substances cristallisées, sur les cristaux à deux axes et sur la lumière électrique : il y est fait mention du beau Mémoire sur le spectre des gaz et des vapeurs enflammées, fait en collaboration avec M. Hittorf. Notre Confrère, en annonçant que cette énumération des travaux de Plücker était loin d'être complète, exprimait en outre la pensée que la science lui devrait encore de nouvelles découvertes. Mais, hélas! moins de deux ans après, nous avons eu à déplorer la mort bien imprévue et profondément regrettable de l'illustre savant. »

« **M. Chasles** présente à l'Académie les numéros de novembre et décembre 1872 du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, de la Section mathématique des Hautes Études. Le premier renferme, indépendamment de nombreuses analyses de Mémoires contenus dans les *Mathematische Annalen* de Clebsch et Neumann, dans les *Proceedings* de la Société mathématique de Londres et dans les *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, une intéressante analyse due à M. Hoüel, d'un ouvrage

allemand de M. Curtze, professeur au Gymnase de Thorn, sur Nicole Oresme, géomètre français du XIVe siècle. M. Curtze, qui avait publié en 1868 un ouvrage inédit d'Oresme, d'après un manuscrit de la bibliothèque de Thorn, s'est occupé activement de la recherche d'autres ouvrages de l'auteur, inconnus la plupart, et en a découvert dans les grandes bibliothèques de l'Allemagne et de Paris aussi, par l'intermédiaire du non moins zélé pour ces recherches M. le prince Boncompagni. Il donne aussi les titres et l'analyse de treize ouvrages, dont plusieurs d'un grand mérite. Il signale entre autres l'introduction des exposants fractionnaires, dans un *Algorismus proportionum* existant à notre Bibliothèque nationale (fonds latin, nº 7187), qu'on avait attribuée jusqu'ici à Simon Stevin (1).

» Nous citerons, dans le numéro de décembre, l'analyse, par M. Hoüel, d'un ouvrage danois de M. Friis, sur *la Vie et les Travaux de Tycho Brahe*, paru à Copenhague en 1871. On ne voit pas qu'il y soit question particulièrement de la découverte de la variation. »

A 5 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

ERRATA.

(Séance du 16 décembre 1872.)

Page 1717, ligne 1, *au lieu de* par la consommation et l'administration de l'huile de foie de morue, *lisez* par la continuation de l'administration....

---

(1) *Voir*, à ce sujet, une Notice de M. Prouhet, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, t. XVIII, 1859; p. 42 du Bulletin bibliographique.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 DÉCEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de la Guerre prévient l'Académie que, en exécution de l'article 37 du décret d'organisation de l'École Polytechnique, MM. *Chasles* et *Serret* sont maintenus au Conseil de perfectionnement de l'École, à titre de Membres de l'Académie des Sciences.

ASTRONOMIE. — *Explication des taches* (suite); *par* **M. Faye.**

« Les taches étant des tourbillons dus à l'inégale vitesse des zones successives de la photosphère dont la rotation angulaire se ralentit de l'équateur aux pôles, il est aisé de voir, *à priori*, que la distribution de ces taches à la surface du Soleil dépend de la répartition des vitesses elles-mêmes dont j'ai donné la formule :

$$\text{Mouvement diurne} = 857',6 - 157',3 \sin^2\lambda,$$

λ étant la latitude héliocentrique de la région considérée.

» Dans ma dernière Note (*Comptes rendus* du 16 décembre), je précise davantage et je demande comment il se fait que les taches à longue durée soient comprises entre 8 et 31 degrés de latitude; que les taches deviennent rares à partir du 35e degré, et qu'on n'en ait jamais vu à partir de 51 degrés, tandis que dans une zone équatoriale de 6 degrés on n'en voit presque jamais.

Les remarques suivantes montrent que ces faits sont bien représentés par la formule de la rotation, en admettant, ce qui, j'espère, ne sera pas contesté, que les taches soient de simples tourbillons nés dans la photosphère.

» La vitesse linéaire diurne s'obtiendra en exprimant les coefficients de l'expression précédente en parties du rayon solaire et en les multipliant par $\cos\lambda$. Le premier terme est alors la vitesse relative à la rotation ordinaire, laquelle, sur un globe fluide ou solide, n'engendre pas de réaction mutuelle entre les filets successifs pris dans le sens des parallèles; le second exprime seul l'inégalité de vitesse qui produit des réactions entre deux filets consécutifs. Or la variation de ce terme entre deux parallèles voisins est nulle à l'équateur et au 54e degré; elle atteint son maximum vers le 28e. Il en résulte que les taches doivent manquer à l'équateur ainsi que vers le 54e degré, et présenter un maximum de fréquence et de durée dans une zone plus ou moins large au-dessus et au-dessous du parallèle de 28 degrés. Nous faisons abstraction des calottes polaires.

» Ces conclusions s'accordent bien avec les observations anglaises. Pendant cette longue série de sept années, une seule tache a été vue à l'équateur; trois dans la zone équatoriale de 6 degrés de largeur, tandis que de 38 à 54 degrés on n'en a compté que deux, l'une à 45 degrés, l'autre à 50. En revanche, dans la zone tourbillonnaire comprise entre 8 et 31 degrés, on a compté 288 taches ou groupes de taches, parmi lesquelles 30 ont persisté sous nos yeux pendant 1, 2, 3, 4 rotations. Une d'elles a même été suivie pendant 7 rotations.

» Ainsi la loi du mouvement des taches exprime en même temps leur distribution héliographique, et il est naturel qu'il en soit ainsi, puisque ces taches ne sont autre chose que des tourbillons engendrés directement dans la photosphère par l'inégale vitesse de ses parallèles.

» Néanmoins il convient de noter que cette distribution géographique n'est pas invariable. Ainsi, au commencement de la série anglaise, à l'époque du minimum des taches, celles-ci se trouvaient distribuées assez régulièrement de part et d'autre du 28e degré, comme l'indique ma formule; mais, à mesure que leur nombre augmentait, le maximum se déplaçait en marchant vers le 20e degré sur les deux hémisphères à la fois.

» C'est que l'activité tourbillonnaire n'est pas exclusivement manifestée par les taches proprement dites; elle n'est pas non plus absolument constante. En premier lieu, à côté des taches il faut compter une multitude de petits tourbillons qui restent à l'état de *pores*, c'est-à-dire de petits points noirs qui se montrent fréquemment dans les régions centrales, mais qu'on

ne peut suivre vers les bords. Ces petits tourbillons sont essentiels au phénomène; je leur attribue la grande extension que prennent les accidents de la chromosphère au delà de la région des taches, jusque sur les calottes polaires; mais l'observateur ne peut les compter. En second lieu, cette activité ne saurait être rigoureusement constante; car les tourbillons donnent lieu nécessairement à une perte de force vive, ou plutôt à sa conversion en chaleur, laquelle s'ajoute à la radiation et se dissipe avec elle. Bien que cet effet doive être insensible sur la rotation générale, il ne peut en être ainsi pour la rotation superficielle; je veux dire que celle-ci présentera quelque ralentissement après une longue série de taches nombreuses, et cet effet doit être lié à la périodicité des taches ainsi qu'à leur distribution. Je n'ai ni cherché ni reconnu dans les observations actuelles de traces appréciables de ce ralentissement; il faudrait sans doute, pour le mettre en évidence, une série beaucoup plus longue et plus complète, s'étendant à plusieurs périodes de onze années; mais, en revanche, les variations qui surviennent avec le temps dans la distribution des taches sautent aux yeux et ont été nettement signalées par M. Carrington.

» Cette conception nouvelle des phénomènes solaires étant de nature à rallier les opinions encore divergentes aujourd'hui, j'ai cru devoir rechercher si l'idée de tourbillon n'avait pas été antérieurement indiquée, et pour quelle raison cette idée si simple et si féconde n'avait point eu la bonne fortune d'être acceptée immédiatement.

» En effet, le mot de tourbillon ou de cyclone se trouve une première fois dans une Note de Wilson en 1783, et une seconde fois dans une théorie de sir J. Herschel en 1847.

» Wilson considérait les taches comme des éclaircies produites dans la photosphère par des éruptions gazeuses parties du noyau solide obscur et froid du Soleil; mais il s'est demandé aussi si elles ne seraient pas dues à des tourbillons commençant à la surface (*eddies and whirlpools*) ou bien à une simple dissolution locale de la matière brillante de la photosphère. Il ne paraît pas que Wilson ait attaché d'importance à l'une ou l'autre de ces deux dernières notions.

» Quant à sir J. Herschel, le mot de cyclone ou de tourbillon présente pour lui un sens mieux défini et une portée plus grande; seulement il se rattache à une hypothèse relative à des vents alisés sur le Soleil. Il admet que les alisés solaires supérieur et inférieur se rencontrent en une certaine zone, comme sur la Terre, et que leur conflit donne naissance à des

ouragans et des cyclones capables de pénétrer jusqu'au noyau noir du Soleil, en trouant ses deux enveloppes de nuages traditionnelles. A l'époque où sir J. Herschel écrivait, on ignorait deux faits primordiaux : 1° l'absence de tout courant d'ensemble de l'équateur vers les pôles ou des pôles vers l'équateur; 2° le singulier mode de rotation du Soleil.

» Pour nous, au contraire, les tourbillons résultent simplement de l'inégale vitesse des couches mêmes de la photosphère; les pénombres se rattachent à l'abaissement local de température produit dans les couches inférieures par ces tourbillons : et la mince chromosphère qui remplace la vaste atmosphère aplatie d'Herschel n'intervient que par l'appel que les tourbillons y exercent dans le sens de leur axe. On voit combien l'idée actuelle diffère de celle de sir J. Herschel : elle rend compte sans effort et sans hypothèse de tous les détails connus sur la figure et les mouvements des taches, tandis que la théorie d'Herschel II, basée sur des vents alisés qui n'existent pas, exige l'intervention d'autres hypothèses, aujourd'hui abandonnées, telles que le noyau noir du Soleil et la double enveloppe de nuages.

» S'il paraît tout d'abord singulier que cette idée des tourbillons solaires n'ait pas immédiatement prévalu, on en voit maintenant la raison. Le terrain avait besoin d'être préparé par l'acquisition de deux notions essentielles et toutes récentes. En dehors de ces deux notions, l'idée de tourbillon n'avait rien qui répondît réellement à la question : c'est pourquoi cette idée, deux fois mise en avant, a toujours été laissée de côté par tous les astronomes jusqu'au moment où elle a pu s'appuyer à la fois sur ses deux prémisses indispensables, l'alimentation de la photosphère et la rotation spéciale qui en est la conséquence. »

PHYSIQUE. — *Sur le magnétisme dissimulé* (3ᵉ Note); *par* M. JAMIN.

« M. Gariel réclame la priorité de l'une des méthodes que j'ai indiquées pour étudier la distribution du magnétisme. Il y a plus de six ans que je suis en possession de cette méthode et que j'ai fait connaître à l'Académie mes premières recherches sur l'aimant; mais il est vrai que M. Gariel a indiqué ce procédé dans la *Revue des Cours publics*, et qu'il a ainsi l'avantage de l'antériorité de publication. Je suis d'autant moins disposé à le lui contester que, après avoir étudié cette méthode, j'ai cru devoir l'abandonner complétement, parce qu'elle a le double inconvénient d'être

tout à la fois indirecte et très-compliquée, sans être pour cela plus fidèle ou plus précise. Celle à laquelle je me suis arrêté mesure tout simplement le poids nécessaire pour arracher un petit contact appliqué sur l'aimant en ses divers points. C'est sa réaction magnétique, sa force portative, qui est proportionnelle à la racine carrée de son intensité; c'est justement la donnée que l'on veut obtenir et qu'il n'est pas nécessaire de conclure d'un effet complexe. C'est une méthode directe, très-simple, très-expéditive, très-exacte, une vraie méthode d'investigation. D'ailleurs le programme que M. Gariel trace de ses recherches en voie d'exécution est très-différent du mien. Je ne puis que me féliciter de le voir engagé dans cette voie et l'encourager à la suivre avec persévérance. Nos recherches indépendantes s'accorderont et se compléteront; tout le monde y gagnera. Cela dit, je vais continuer à entretenir l'Académie de mes résultats.

» Pour aimanter un barreau d'acier en fer à cheval, je me sers d'une double spirale qui enveloppe les deux branches, et qu'on fait glisser du talon à l'extrémité 10 ou 20 fois. Chaque bobine est composée de 50 mètres d'un fil de cuivre de 2 millimètres de diamètre faisant 200 tours. Pendant le passage du courant, le barreau s'aimante et présente, outre les pôles des deux extrémités, deux autres maxima magnétiques aux deux bouts de la spirale, et qui voyagent avec elle, d'avant en arrière, pendant les frictions; si on la tient immobile en un point, la courbe magnétique offre en allant de la spirale à l'extrémité libre un maximum, puis un minimum, puis elle se relève jusqu'à l'extrémité même. Derrière la spirale, vers la ligne moyenne, on trouve une aimantation de sens contraire, décroissant jusqu'au milieu.

» L'intensité du magnétisme qui se produit ainsi augmente indéfiniment avec l'intensité du courant, au moins quand il est fourni par une pile qui varie de 5 à 50 éléments. Mais cette aimantation est tout à fait temporaire; elle disparaît aussitôt que le circuit cesse, et il reste une quantité de magnétisme beaucoup moindre, qui persiste et qui n'augmente plus à partir de 10 éléments; elle représente alors l'état de *saturation* du barreau. Je suppose que l'on ait atteint cet état limite dans un sens déterminé que j'appellerai sens primitif ou *direct*.

» Si l'on veut désaimanter la lame, il faut diriger dans la spirale un courant de sens opposé, qui produirait une aimantation de nom contraire, que j'appellerai *inverse*. Or M. Wiedmann a remarqué qu'on peut détruire le magnétisme direct par un courant inverse moindre que le courant pri-

mitif. Dans mes expériences, 7 éléments suffisent pour annuler tout magnétisme apparent dans un barreau qui a été amené à saturation par une pile quelconque de 10 à 50 éléments.

» On a cru jusqu'à présent que le barreau était alors ramené à l'état naturel en perdant tout son magnétisme primitif. Il n'en est rien : je vais prouver que ce magnétisme n'est pas détruit, mais seulement masqué ou dissimulé par le magnétisme inverse qu'on lui a superposé.

» En effet, si le barreau était revenu simplement à l'état naturel, il éprouverait des effets égaux de tout courant lancé dans la spirale dans les deux sens direct ou inverse; or je vais montrer qu'il éprouve des effets très-différents.

» Si je fais passer dans la spirale des courants inverses, produits successivement par 1, 2, 3,..., 7 éléments, je ne change absolument rien à l'état de la lame; son magnétisme reste neutralisé. Elle a donc perdu la faculté de s'aimanter de nouveau dans le sens inverse par un courant au plus égal à celui qui a produit sa neutralisation.

» Quand, au contraire, on dirige dans la spirale des courants croissants dans le sens de l'aimantation première ou directe, ils réaimantent la lame, si faibles qu'ils soient, mais avec une intensité qui augmente depuis 1 élément jusqu'à 7. Voici le tableau d'une série d'expériences qui exprime en grammes les poids nécessaires pour arracher un petit contact placé en divers points de la lame; ces points sont indiqués par leur distance à l'extrémité libre :

	Distance à l'extrémité.	0.	25.	50.	100.	200.	300.
Aimantation inverse par	4 éléments........	0	2,0	0,0	0,5	0,4	0,3
	6 »	0	3,7	2,0	0,5	0,2	2,0
	7 »	0	0,0	1,5	3,0	2,0	1,0
Aimantation directe par	4 éléments........	114,40	81,12	72,80	20,8	»	»
	6 »	465,19	»	208,00	145,6	72,84	41,6
	7 »	687,6	»	287,04	166,40	94,64	45,6

» La différence considérable des effets produits sur un aimant neutralisé par les mêmes courants dans les deux sens contraires prouve donc qu'il n'était point rendu à l'état naturel et qu'il avait gardé, de son aimantation première, la faculté de la reprendre dans le même sens en perdant la possibilité de s'aimanter inversement.

» Cette dissymétrie se maintient pour des courants plus intenses. Avec 8 et 10 éléments l'aimantation inverse devient possible, mais faible; l'aimantation directe, au contraire, est très-considérable. D'autre part, la loi

de la distribution, la forme des courbes qui la représente sont entièrement dissemblables. Dans le tableau suivant on a opposé les effets développés dans les deux sens par le même courant.

Distance des points à l'extrémité.		0	25	50	100	200	300
8 éléments.	Courant inverse.	31,20 gr	41,60 gr	49,30 gr	62,40 gr	45,32 gr	41,6 gr
	Courant direct..	482,80	322,40	203,76	135,20	124,10	62,4
10 éléments.	Courant inverse.	228,80	260,00	243,36	178,80	133,12	63,20
	Courant direct..	653,28	488,88	374,40	243,60	135,26	82,60

» Si l'on augmentait suffisamment le nombre des éléments, on finirait par obtenir des résultats identiques dans les deux sens, et l'appareil serait aimanté à saturation directement ou inversement.

» Ces faits me paraissent confirmer l'explication que j'ai produite dernièrement devant l'Académie, et qui peut se résumer ainsi : l'aimantation ne se limite pas à la superficie de l'acier; elle pénètre à l'intérieur, jusqu'à des profondeurs inconnues, probablement variables avec ce que l'on nomme la force coercitive, et qui atteignent leur limite quand on atteint la saturation. Tout courant ultérieur inverse, moindre que celui qui permet d'atteindre la saturation, développe une aimantation contraire qui s'arrête à une moindre profondeur, et laisse subsister les couches intérieures du magnétisme primitif. Pour un certain nombre d'éléments, qui est égal à 7 dans mes expériences, les deux couches contraires se neutralisent et l'acier paraît revenu à l'état naturel; mais elles ne font que se dissimuler mutuellement. Qu'on vienne à produire un courant avec un nombre d'éléments déterminé moindre que 7, on ne détruit pas le magnétisme extérieur, et rien n'est changé. Qu'on fasse passer le courant dans le sens direct, on détruit la couche superficielle qui était inverse, et l'effet du magnétisme central reparaît.

» On arrive à produire la même dissimulation du magnétisme par d'autres procédés, notamment par la superposition de plusieurs lames en un faisceau. On sait qu'en les séparant au bout de quelque temps elles ont perdu, quelquefois entièrement, toujours partiellement, leur magnétisme antérieur. Il arrive même qu'elles prennent en certains cas une réaction inverse. En les étudiant comme je l'ai fait précédemment, on trouve la dissymétrie que j'ai signalée. L'une de ces lames avait perdu presque toute aimantation. Malgré cela, il a fallu 8 éléments inverses ponr détruire le peu qu'elle avait conservé, tandis que 4 éléments directs lui rendaient un magnétisme considérable dans le sens primitif. Il est probable que pendant cette superposition

les couches magnétiques des surfaces mises en contact se repoussent et pénètrent dans les profondeurs; et qu'au moment de la séparation elles possèdent un magnétisme superficiel contraire qui les fait paraître désaimantées.

» La conséquence la plus singulière de ces phénomènes nouveaux est qu'il n'existe aucun moyen de ramener à l'état neutre une lame d'acier qui a été une fois aimantée, puisque toute aimantation contraire, ou bien dissimule la première en se plaçant au-dessus d'elle, ou bien la remplace complétement en la détruisant. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la condition pour qu'une famille de surfaces fasse partie d'un système orthogonal;* Note de **M. A. Cayley**.

« J'ai trouvé que l'équation différentielle du troisième ordre, sous la forme que j'ai communiquée à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXXV, 1872, p. 246), contient le facteur étranger $X^2 + Y^2 + Z^2$, et que l'équation débarrassée de ce facteur devient beaucoup plus simple. La réduction et aussi la nouvelle méthode dont je me suis servi pour obtenir l'équation réduite sont tous les deux assez pénibles; mais cette nouvelle méthode a l'avantage d'établir un résultat intermédiaire qui a quelque valeur. J'ai changé un peu la notation; aussi je commence en l'expliquant.

» Je prends $U = 0$ l'équation d'une surface; X, Y, Z les coefficients différentiels du premier ordre; a, b, c, f, g, h les coefficients du second ordre;

$$(A, B, C, F, G, H)(dx, dy, dz)^2 = 0$$

l'équation différentielle des courbes de courbure; savoir :

$$\begin{aligned}
A &= 2(Zh - Yg),\\
B &= 2(Xf - Zh),\\
C &= 2(Yg - Xf),\\
F &= hY - gZ - (b - c)X,\\
G &= fZ - hX - (c - a)Y,\\
H &= gX - fY - (a - b)Z;
\end{aligned}$$

et

$$\begin{aligned}
&[(A), (B), (C), (F), (G), (H)](dx, dy, dz)^2\\
&\quad = (A, B, C, F, G, H)(Y dz - Z dy,\ Z dx - X dz,\ X dy - Y dx)^2;
\end{aligned}$$

savoir :

$$\begin{aligned}
(A) &= BZ^2 + CY^2 - 2FYZ,\\
(B) &= CX^2 + AZ^2 - 2GZX,\\
(C) &= AY^2 + BX^2 - 2HXY,\\
(F) &= -aYZ - fX^2 + gXY + hXZ,\\
(G) &= -bZX + fYX - gY^2 + hYZ,\\
(H) &= -cXY + fZX + gZY - hZ^2,
\end{aligned}$$

ce qui explique la signification des symboles (A), (B), ...; aussi

$$V^2 = X^2 + Y^2 + Z^2,$$

et

$$(\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{f}, \bar{g}, \bar{h}) = (bc - f^2,\ ca - g^2,\ ab - h^2,\ gh - af,\ hf - bg, fg - ch).$$

» Cela étant, à chaque point P de la surface $U = 0$, je prends sur la normale une distance infinitésimale $PP' = \rho$, où ρ est une fonction quelconque des coordonnées x, y, z du point P; on obtient ainsi une surface, lieu des points P', laquelle se nomme la surface voisine, et les points P et P' sont des points correspondants sur les deux surfaces.

» Pour que les deux surfaces forment partie d'un système orthogonal, je trouve que la distance ρ, considérée comme fonction des coordonnées (x, y, z), doit satisfaire à cette équation différentielle du second ordre

$$[(A), (B), (C), (F), (G), (H)](d_x, d_y, d_z)^2 \rho = 0.$$

» Or, si la surface donnée $U = 0$ et la surface voisine sont des surfaces consécutives d'une famille $r - f(x, y, z) = 0$; savoir, si l'équation de la surface donnée est $r - f(x, y, z) = 0$, et celle de la surface voisine

$$r + dr - f(x, y, z) = 0,$$

on a

$$\rho = \frac{dr}{V}, \quad V = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2},$$

où dr est une constante; l'équation devient ainsi

$$[(A), \ldots](d_x, d_y, d_z)^2 \frac{1}{V} = 0,$$

où, à présent, X, Y, Z, a, b, c, f, g, h dénotent les coefficients différentiels de $f(x, y, z)$, ou (ce qui est la même chose) du paramètre r, considéré

comme fonction des coordonnées x, y, z. Cette équation est donc une équation du troisième ordre, à laquelle doit satisfaire la fonction ρ; multipliée par V^5, elle est en effet l'équation de la Note citée, laquelle, comme j'ai déjà dit, contient le facteur V^2 : donc pour écarter le dénominateur, il suffira de multiplier par V^3.

» J'écris $\delta = X d_x + Y d_y + Z d_z$, et de là

$$\delta X,\ \delta Y,\ \delta Z = aX + hY + gZ,\quad hX + bY + fZ,\quad gX + fY + cZ,$$

respectivement. On trouve

$$d_x^2 \frac{1}{V} = -\frac{1}{V^3}(a^2 + h^2 + g^2 + \delta a) + \frac{3}{V^5}(\delta X)^2$$

$$d_y d_x \frac{1}{V} = -\frac{1}{V^3}(gh + bf + cf + \delta f) + \frac{3}{V^5}\delta Y\,\delta Z,$$

ou, en écrivant $\omega = a + b + c$, $\bar{\omega} = \bar{a} + \bar{b} + \bar{c}$, ces valeurs deviennent

$$d_x^2 \frac{1}{V} = -\frac{1}{V^3}(a\omega - \bar{\omega} + \bar{a} + \delta a) + \frac{3}{V^5}(\delta X)^2$$

$$d_y d_x \frac{1}{V} = -\frac{1}{V^3}(f\omega + \bar{f} + \delta f) + \frac{3}{V^5}\delta Y\,\delta Z,$$

et, en substituant ces valeurs, les termes en ω, $\bar{\omega}$ disparaissent d'eux-mêmes, et l'équation, multipliée seulement par $-V^3$, se réduit à

$$[(A),\ldots](\bar{a},\ldots) + [(A),\ldots](\delta a,\ldots) - \frac{3}{V^2}[(A),\ldots](\delta X, \delta Y, \delta Z)^2 = 0,$$

où le premier terme est

$$(A)\bar{a} + (B)\bar{b} + (C)\bar{c} + 2(F)\bar{f} + 2(G)\bar{g} + 2(H)\bar{h},$$

et de même pour le second terme.

Or je trouve que l'on a identiquement

$$[(A),\ldots](\delta X, \delta Y, \delta Z)^2 = -V^2(A,\ldots)(\delta X, \delta Y, \delta Z)^2,$$

de manière que l'équation est

$$[(A),\ldots](\bar{a},\ldots) + [(A),\ldots](\delta a,\ldots) + 3(A,\ldots)(\delta X, \delta Y, \delta Z)^2 = 0,$$

et, de plus, que l'on a identiquement

$$[(A),\ldots](\bar{a},\ldots) = -(A,\ldots)(\delta X, \delta Y, \delta Z)^2 = 2\begin{vmatrix} \delta X, & \delta Y, & \delta Z \\ X, & Y, & Z \\ \bar{\delta} X, & \bar{\delta} Y, & \bar{\delta} Z \end{vmatrix},$$

où $\bar{\delta}X$, $\bar{\delta}Y$, $\bar{\delta}Z$ dénotent respectivement $\bar{a}X + \bar{h}Y + \bar{g}Z$, $\bar{h}X + \bar{b}Y + \bar{f}Z$, $\bar{g}X + \bar{f}Y + \bar{c}Z$; l'équation se réduit donc à

$$[(A),\ldots](\delta a,\ldots) + \Omega = 0,$$

où Ω peut être exprimé à volonté sous l'une quelconque des trois formes

$$\begin{aligned} &= + 2[(A),\ldots](\bar{a},\ldots), \\ &= + 2(A,\ldots)(\bar{\delta}X, \delta Y, \delta Z)^2, \\ &= - 4 \begin{vmatrix} \delta X, & \delta Y, & \delta Z \\ X, & Y, & Z \\ \bar{\delta}X, & \bar{\delta}Y, & \bar{\delta}Z \end{vmatrix}. \end{aligned}$$

Prenant la première forme, l'équation est

$$[(A),\ldots](\delta a,\ldots) - 2[(A),\ldots](\bar{a},\ldots) = 0,$$

ou, ce qui est la même chose,

$$\begin{aligned} &(A)\delta a + (B)\delta b + (C)\delta c + 2(F)\delta f + 2(G)\delta g + 2(H)\delta h \\ &\quad - 2\left[(A)\bar{a} + (B)\bar{b} + (C)\bar{c} + 2(F)\bar{f} + 2(G)\bar{g} + 2(H)\bar{h}\right] = 0, \end{aligned}$$

où les coefficients sont des fonctions données de $X, Y, Z, a, b, c, f, g, h$, les coefficients différentiels de r du premier et du second ordre, et δ dénote $X d_x + Y d_y + Z d_z$. »

M. P. Gervais fait hommage à l'Académie de diverses brochures publiées par lui pendant l'année qui vient de s'écouler, et relatives aux fossiles des grottes de Menton; à ceux de la grotte de Loubeau, près Melle (Deux-Sèvres); aux pièces provenant de mammifères éteints, conservées au Musée Saint-Pierre, à Lyon, dont on doit le classement à MM. Lortet et Chantre, et aux mammifères dont on trouve les débris dans les dépôts de phosphorite décrits par M. Daubrée. M. P. Gervais offre également à l'Académie deux Mémoires, dont l'un comprend les Remarques sur l'Anatomie des Cétacés de la division des Balénidés, dont il a lu un extrait devant l'Académie en 1871, et l'autre, un Aperçu général sur les mammifères fossiles en Italie. Un troisième Mémoire, relatif aux formes cérébrales propres à l'ordre des Lémures, est accompagné d'une Note faisant connaître la forme cérébrale du *Cephalogale Geoffroyi* (Jourdan), espèce fossile du groupe des carnivores, qui appartient à la faune miocène de l'Allier. A ces diffé-

rents travaux est jointe une réimpression de la Notice biographique publiée par M. P. Gervais sur M. Auguste Duméril, contenant la liste des travaux de ce savant professeur.

M. Alph. de Candolle adresse à l'Académie un exemplaire de son ouvrage intitulé : « *Histoire de la Science et des Savants depuis deux siècles,* etc. »

M. le Secrétaire perpétuel signale à l'Académie cette étude comme intimement liée aux documents historiques qui la concernent elle-même depuis sa fondation. Elle les complète et les rehausse, en montrant quelle impartialité a régné depuis deux siècles dans les choix et les nominations des savants étrangers qu'elle s'est associés.

Pour préciser avec certitude l'état des sciences dans les divers pays et pour apprécier sans contestation les causes variées qui favorisent ou entravent leur marche, il fallait une méthode à l'abri de toute objection. L'auteur a pensé que l'Académie des Sciences de Paris pour les savants étrangers à la France, la Société Royale de Londres pour les savants étrangers à l'Angleterre, et l'Académie de Berlin pour les savants étrangers à l'Allemagne, devaient être considérées comme les meilleurs juges.

Les listes des titulaires de ces trois grands corps scientifiques, comparées de 40 en 40 ans, placent les divers pays pour chaque époque dans un ordre tellement semblable qu'il est impossible de ne pas regarder ce mode d'appréciation comme bon, en général, sauf quelques erreurs ou omissions regrettables qui se sont produites plus fréquemment à Londres et à Berlin qu'à Paris. L'auteur en fait la remarque expresse, et considère comme acte de justice de caractériser l'esprit libéral qui a toujours animé notre Compagnie.

Le tableau des Associés étrangers de l'Académie des Sciences de Paris n'avait pas encore été réuni d'une manière complète. Les renseignements que l'auteur a recueillis sur ces savants illustres n'avaient jamais été groupés de manière à en tirer des conclusions relatives à l'influence des diverses causes qui contribuent à produire les grands talents ou les rares génies. Il a pu le faire à l'aide de ces comparaisons, et il l'a fait avec confiance, en prenant pour base des jugements dont personne, ajoute notre savant Correspondant, ne pourra contester la haute impartialité.

L'ouvrage de M. de Candolle mérite d'être médité. Les conséquences auxquelles il est conduit ne seront pas toutes acceptées sans contrôle; le nombre des faits qui les appuient pourra sembler insuffisant; mais il sera toujours nécessaire de recourir à la méthode qu'il a mise en usage.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Poncelet pour l'année 1872.

MM. Bertrand, Fizeau, Serret, Liouville, Puiseux réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Morin, Chasles, Phillips, Rolland.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix de Mécanique (fondation Montyon) pour l'année 1872.

MM. Morin, Phillips, Rolland, Tresca, Dupin réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand, de Saint-Venant, Dupuy de Lôme.

MÉMOIRES LUS.

M. Janssen donne lecture de la seconde partie du Rapport sur la mission qui lui a été donnée par l'Académie pour l'observation de l'éclipse du 12 décembre 1871 (1).

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

PHYSIQUE. — *Sur l'induction péripolaire;* Note de **M. F.-P. Le Roux.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Depuis la belle découverte, due à Faraday, de l'induction magnéto-électrique, on a beaucoup varié les expériences sur ce sujet; le plus grand nombre d'entre elles ont trouvé leur explication et sont rentrées sous des lois acceptées par tous les physiciens : ce sont celles où l'induction se trouve produite, dans un circuit fermé, par la variation de la distance de ses différentes parties à un pôle d'aimant ou par la variation de l'intensité magnétique de celui-ci.

(1) Une erreur d'impression que le lecteur aura sans doute corrigée a fait mettre, dans le *Compte rendu* de la dernière séance (page 1737, avant-dernière ligne), le 12 décembre 1872 *au lieu de* le 12 décembre 1871.

» Mais il est un autre ordre de phénomènes d'induction, moins souvent réalisé, quoique aussi général que le premier : c'est celui où un corps conducteur se meut en présence d'un pôle magnétique, sans que la distance de chacun de ses points à ce pôle éprouve de variation. Tel est, par exemple, le cas d'un disque métallique tournant autour d'un axe passant par un pôle d'aimant.

» Parmi ses expériences sur l'induction dans un disque de cuivre tournant entre les pôles d'un aimant, Faraday a incidemment réalisé ce cas, mais sans y attacher spécialement son attention. En formulant la loi probable des phénomènes d'induction en général, loi fondée sur la réciprocité entre l'action électrodynamique et la force inductrice, M. Lenz présenta comme vérification expérimentale de son principe la réciproque de l'expérience de Faraday sur la rotation électrodynamique d'un aimant autour de son axe de figure, et il avança que, mis en rotation autour de cet axe, un aimant induisait un courant dans un circuit fixe se fermant sur des conducteurs circulaires entraînés avec l'aimant. M. Weber, Matteucci et d'autres physiciens ont varié cette expérience de bien des manières, sans peut-être suffisamment distinguer les uns des autres certains cas qui ne sont pas réellement équivalents. L'ensemble de ces expériences forme ce que M. Weber appelait l'*induction unipolaire* et Matteucci l'*induction axiale*. On peut voir le détail du plus grand nombre d'entre elles dans le *Cours spécial sur l'induction*, *etc.*, de ce dernier auteur. Déjà, dans cet ouvrage, Matteucci se refuse, contrairement à la loi de Lenz, prise par Neumann comme fondement de sa théorie de l'induction, à admettre que les phénomènes d'induction, de l'espèce qu'il appelait *axiale*, aient une liaison nécessaire avec la rotation électrodynamique. Plus tard, l'opinion de Matteucci s'accentue davantage. Peu de temps après que Foucault eut réalisé son expérience de l'échauffement d'un disque métallique tournant entre les armatures d'un électro-aimant, Matteucci essaye de compléter les armatures de l'appareil de Foucault de manière à rapprocher les pôles de l'axe de rotation du disque. De quelques expériences galvanométriques qu'il est inutile de rapporter, et dans lesquelles il mettait en communication le centre et la circonférence du disque, Matteucci conclut : « Ces résultats conduisent aux mêmes conséquences que j'avais déjà tirées de mes expériences sur l'induction axiale, c'est-à-dire qu'on ne peut pas admettre l'existence des courants dans le disque, mais que ces courants sont déterminés par l'application sur le disque tournant des extrémités du circuit fixe et fermé du galvanomètre. »

» M. Felici, qui a publié de nombreux Mémoires sur la théorie des phénomènes d'induction, a, de son côté, combattu l'universalité de la loi de Lenz, et enfin, par une interprétation, qui n'était nullement nécessaire, d'une expérience galvanométrique, il arrive à conclure dans le même sens que Matteucci, mais encore plus explicitement, puisqu'il imagine un nouveau principe physique d'après lequel, « lorsqu'il y a un continuel changement dans les points de contact de deux conducteurs en présence » d'un aimant, il y a aussi dans les mêmes points une force électromotrice » induite. »

» Du rapide exposé qui précède on peut conclure que les travaux les plus modernes ont obscurci et compliqué la théorie de l'induction au lieu de l'éclairer et de la simplifier. Il m'a semblé que les incertitudes et même les erreurs des physiciens que je viens de citer provenaient de ce que les phénomènes qu'ils voulaient étudier étaient produits sur une trop petite échelle et ne sortaient pas de l'ordre de grandeur des perturbations possibles. Je me suis donc proposé de produire des effets qui ne fussent pas bornés à des indications galvanométriques, et ce résultat a été pleinement atteint, puisque j'ai pu obtenir d'un disque, tournant dans les conditions qui vont être décrites, un courant dont la rupture se manifeste par une vive étincelle, dont la force électromotrice approche de celle d'un élément à sulfate de cuivre, et que l'électroscope peut y constater la tension de l'électricité induite.

» Voici la disposition de mon appareil, lequel a été construit par M. Ruhmkorff avec l'habileté qu'on lui connaît : Un disque de cuivre rouge de 15 centimètres de diamètre, d'une épaisseur de 2 millimètres environ, peut recevoir d'un système d'engrenages un mouvement de rotation de 180 tours au maximum par seconde. Ce disque se meut entre deux masses circulaires de fer doux, qui en sont aussi rapprochées que possible et lui sont concentriques. Ces deux masses sont portées par une sorte de châssis rectangulaire en fer doux, dont elles occupent intérieurement le milieu des plus longs côtés ; quatre bobines électrodynamiques entourent les parties de ce châssis qui avoisinent les deux masses dont il vient d'être question, de telle façon que celles-ci acquièrent des polarités contraires. Tout est disposé avec la plus parfaite symétrie pour que la ligne des centres de figure de ces masses puisse être considérée comme contenant leurs pôles. Les choses étant ainsi disposées, on aimante l'appareil en y lançant le courant d'un certain nombre d'éléments de Bunsen.

» Si l'on applique à un tel système la loi de Lenz, il est facile de voir qu'il

doit naître dans le disque des forces électromotrices qui sont toutes radiales; il n'y aura donc production de courant qu'autant que, au moyen de frotteurs convenablement disposés, on fera communiquer la circonférence du disque avec sa partie centrale.

» En effet, si l'on fait tourner le disque sans établir une telle communication, on reconnaît qu'il n'y a, si intense que soit l'aimantation, aucune dépense de force autre que celle occasionnée par les frottements (1). Mais si, au moyen d'un arc métallique court et d'une grande section, on met en communication l'axe du disque et la circonférence de celui-ci, on constate l'existence d'un courant qui se manifeste par de vives étincelles. Le sens de ce courant est bien d'accord avec la loi de Lenz; il change avec le mouvement de rotation et aussi avec l'aimantation. J'ai trouvé, par la méthode d'opposition, que la force électromotrice peut atteindre, suivant la vitesse de la rotation et l'intensité de l'aimantation, jusqu'à près de trois fois la force électromotrice de l'élément zinc amalgamé-sulfate de zinc, cadmium-sulfate de cadmium.

» On voit qu'il y a là une production d'électricité qui ne peut être attribuable à des causes accidentelles; elle est comparable à celle qui se produit dans les machines magnéto-électriques fondées sur les variations de la distance à un pôle magnétique ou sur celles de son intensité. Il faut, en effet, remarquer qu'ici le circuit induit est très-court, puisqu'il est réduit au rayon du disque.

» On a proposé plusieurs formules élémentaires pour base des théories mathématiques de l'induction; elles satisfont toutes aux expériences qu'on peut réaliser sur les circuits fermés. Mais les observations relatives aux circuits non fermés sont en très-petit nombre, et nous avons vu que plusieurs physiciens avaient suggéré à leur sujet des objections diverses. La principale consistait à dire que l'observation nécessitant la fermeture des circuits, on ne pouvait affirmer que la cause des courants manifestés préexistât à la fermeture elle-même. Cette difficulté n'est peut-être pas si insoluble qu'elle a pu le paraître jusqu'ici. Si, en effet, des forces inductrices ont leur siége dans quelque partie d'un conducteur, cela veut dire qu'il s'y produit des tensions électriques en vertu desquelles l'écoulement de l'électricité aura lieu si le circuit vient à être fermé par un conducteur supposé inerte. Mais

(1) Cette circonstance est d'autant plus probante que mon appareil peut être transformé en un appareil de Foucault d'une puissance remarquable, ce qui se fait instantanément par l'enlèvement de la moitié de chacune des masses polaires.

la production de ces tensions doit être indépendante de l'existence de cette portion accidentelle du circuit, et, en son absence, on doit cependant constater une tension électrique sur le corps qui serait le siége d'une induction. C'est ce que l'on peut réaliser avec le disque tournant de mon appareil. Je n'ai pas à ma disposition d'appareil électroscopique simple suffisamment sensible pour agir sous la seule influence du disque; mais j'ai pu faire parler l'électroscope condensateur en mettant, par exemple, le centre du disque en communication avec la terre et sa circonférence avec l'un des plateaux de l'électroscope.

» Je crois qu'on ne peut plus douter maintenant que le mouvement d'un corps tournant autour d'un axe passant par un pôle d'aimant n'y induise des forces électromotrices radiales.

» C'est là toute une classe de phénomènes d'induction caractérisée par cette circonstance que les différents points du corps restent à la même distance du pôle agissant : c'est ce que j'appellerai l'*induction péripolaire*.

» Qu'il me soit permis d'ajouter que, en dehors de son importance théorique, la démonstration de l'existence de l'induction péripolaire peut ne pas être sans intérêt pour l'explication de certains phénomènes électriques naturels, qui seraient ainsi sous la dépendance du magnétisme terrestre, notamment de ceux qui coïncident avec les mouvements de l'atmosphère. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les dimensions des intervalles poreux des membranes;* Note de M. Aug. Guerout, présentée par M. Becquerel. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Robin, Jamin.)

« Il serait important pour la Physiologie de connaître les dimensions des interstices des membranes organiques, en raison des phénomènes physiques et chimiques qui peuvent en dépendre; mais les moyens d'observation directe manquent, et, d'un autre côté, ces espaces poreux sont irréguliers; cependant on peut arriver à des évaluations approchées. On peut, par exemple, assimiler ces pores à des tubes capillaires prismatiques, perpendiculaires aux faces de la membrane. Cette fiction est d'autant plus permise que, dernièrement, M. Becquerel père a démontré que, dans la filtration

des liquides au travers des membranes, la dépense est, comme pour les tubes capillaires, proportionnelle à la charge. On pourra, dès lors, songer à appliquer à ces membranes la formule donnée par Poiseuille dans le cas des tubes capillaires.

» Soient a la section d'un espace capillaire, e sa longueur, H la charge, D la dépense, et K un coefficient qui est égal pour l'eau à 297,92; on a, pour un seul tube capillaire

$$D = \frac{KHa^2}{e},$$

et pour n espaces capillaires,

$$D = \frac{KHna^2}{e} = \frac{KH(na)a}{e}.$$

» Dans cette expression, n et a sont inconnus. Or, en appelant V la somme des espaces vides de la membrane, $na = \frac{V}{e}$. D'autre part, si nous désignons par P la somme des espaces pleins de la membrane, par R le rapport $\frac{V}{P}$ de la somme des espaces vides à celle des espaces pleins, et par S la surface de la membrane, nous arriverons facilement à la valeur :

$$V = \frac{SeR}{R+1},$$

d'où

$$na = \frac{SR}{R+1}.$$

» Substituant cette valeur de na dans la première équation, il vient

$$D = \frac{KHSRa}{(R+1)e},$$

d'où l'on tire

$$a = \frac{D(R+1)e}{KHSR}.$$

» Donc, pour évaluer a, il suffira de déterminer :

» 1° La longueur des tubes capillaires, c'est-à-dire l'épaisseur de la membrane;

» 2° La dépense pour une surface et une charge connues;

» 3° Le rapport R de la somme des espaces vides à celle des espaces pleins de la membrane.

» L'idée de cette méthode est due à M. Edmond Becquerel; voici comment nous l'avons mise en pratique.

» L'épaisseur des membranes est déterminée au sphéromètre, entre deux lames de verre. Vu la difficulté d'étendre parfaitement les membranes entre ces plaques, nous en coupons un certain nombre de petits morceaux, que nous disséminons entre les deux lames. L'épaisseur ainsi obtenue représente une bonne moyenne.

» Pour avoir le rapport R, nous déterminons d'une part le volume total de la membrane, de l'autre le volume de la somme des espaces pleins, considérés seuls. Retranchant ce dernier du premier, nous avons la somme des espaces vides, qui, divisée par la somme des espaces pleins, nous donne le rapport R. On détermine aisément la somme des espaces pleins par la méthode connue du flacon, en ayant soin de bien enlever, au moyen de la machine pneumatique, l'air contenu dans les pores de la membrane. Quant au volume total d'un morceau donné de membrane, il a été déterminé directement de la manière suivante. Les morceaux sur lesquels nous opérions avaient été coupés en rectangles dont les deux dimensions avaient été mesurées avec soin; d'autre part, nous en avions pris l'épaisseur au sphéromètre : nous avions donc tous les éléments nécessaires pour en calculer le volume total.

» Enfin la dépense a été déterminée au moyen d'un appareil qui se compose d'un tube droit, long d'environ 40 centimètres, soudé à chacune de ses extrémités à un tube plus large; le tube inférieur, dont la section a été mesurée, reçoit à son orifice la membrane en expérience. On remplit l'appareil d'eau distillée jusqu'à un niveau marqué sur le réservoir supérieur. Un petit ballon à col coupé en biseau renversé, plein d'eau dans ce dernier réservoir, en maintient le niveau constant. La partie de l'appareil qui porte la membrane plonge dans un petit vase contenant une quantité pesée d'eau. Au bout de quarante-huit heures, on pèse de nouveau ce petit vase, ainsi qu'un morceau de papier à filtre taré, avec lequel on essuie l'extérieur de la membrane. On a ainsi le poids de l'eau qui a filtré; on en déduit la dépense.

» Voici quelques résultats obtenus par cette méthode. Les nombres de la première colonne représentent la section hypothétique d'un pore, la porosité des membranes étant supposée uniforme; cette section est évaluée en millioniėmes de millimètre carré. Les nombres de la deuxième colonne indiquent, en millionièmes de millimètre, les diamètres correspondants.

	Millionièmes de millim. carré.	Millionièmes de millimètre.
Vessies dédoublées :		
A........................	290	19
B........................	240	17,5
C........................	310	20
D........................	160	14
Baudruches préparées :		
A........................	49	8
B........................	240	17,5
C........................	130	13
Papiers parcheminés :		
A........................	530	26
B........................	390	22
C........................	340	21

» Pour contrôler cette méthode, nous l'avons appliquée à la mesure de pores de dimensions connues.

» Pour cela, nous avons opéré d'abord avec un faisceau de filaments d'amiante. Observés au microscope, ces filaments présentaient un diamètre variable entre $0^{mm},002$ et $0^{mm},003$, en sorte que les pores formés par la réunion de ces filaments devaient avoir une section comprise entre 16 et 33 dix-millièmes de millimètre carré, soit une section moyenne de 24 dix-millièmes de millimètre carré. Or l'expérience directe, par la méthode de filtration, nous a donné pour valeur de la section 25 dix-millièmes de millimètre carré.

» En second lieu, pour nous placer dans le cas de pores disposés irrégulièrement, nous avons opéré avec une couche de sable dont les grains, mesurés au microscope, présentaient un diamètre moyen de $0^{mm},1$, de sorte que la section moyenne des intervalles capillaires devait être, d'après nos calculs, $0^{mmc},0004$. L'expérience nous a donné $0^{mmc},0002$.

» On voit donc par ces exemples que l'on peut, par la méthode de filtration, obtenir des nombres suffisamment approchés. Aussi espérons-nous pouvoir appliquer à d'autres cas et à d'autres substances cette méthode simple et la contrôler encore par d'autres méthodes, soit directes, soit indirectes.

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de recherches du Muséum, et nous remercions MM. Becquerel et Edm. Becquerel des excellents conseils qu'ils nous ont donnés pendant notre travail. »

M. **Delafont** adresse un Mémoire portant pour titre « Premiers éléments de la théorie des points conjugués et des pôles de la droite ».

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Serret.

MM. L. **Clère**, **du Plantys** adressent des Notes relatives au *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Sacc** adresse un second Mémoire sur la fermentation et les ferments.

(Renvoi à la Commission déjà nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Le Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar, contenant, entre autres travaux, le Mémoire de M. *Hirn* sur les anneaux de Saturne.

2° Une carte vinicole annuaire du Bas-Languedoc et d'une partie du Roussillon, indiquant par commune et par canton la quantité de vin récoltée dans l'année, dressée par M. *A. Pichou*.

Cette carte sera renvoyée à la Commission du *Phylloxera*.

L'Académie reçoit des lettres de remercîment de MM. *Raulin*, *Puech* pour les récompenses qui leur ont été accordées dans la dernière séance publique.

M. **Laussedat** informe l'Académie qu'il retire sa candidature à l'une des places vacantes au Bureau des Longitudes : des fonctions militaires dont il a été récemment chargé ne lui permettraient pas de prendre part aux travaux du Bureau.

GÉODÉSIE. — *Sur les indications données, dès* 1859, *par M.* Laussedat, *concernant le projet de la prolongation de la méridienne de France en Espagne et en Algérie;* Lettre de M. le général **Doutrelaine** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Dans une Lettre adressée à M. le colonel Levret, et publiée dans le *Compte rendu* de la dernière séance de l'Académie, M. le général Blondel fait appel à mes souvenirs à propos d'un Rapport adressé en 1859 par

M. Laussedat à M. le maréchal Vaillant, ministre de la guerre, auprès de qui j'avais l'honneur de servir alors comme aide de camp. Mes souvenirs à ce sujet sont parfaitement présents, et je suis heureux qu'ils me permettent de porter témoignage en faveur d'un officier dont j'ai toujours suivi les travaux avec un vif intérêt, et qui, depuis bien des années, a fait tout ce qui dépendait de lui pour provoquer la reprise en France des grands travaux géodésiques.

» Le Rapport dont il s'agit a été remis au maréchal par M. Laussedat, à son retour d'Espagne, où cet officier avait été envoyé en 1858 pour suivre les opérations de la mesure d'une base géodésique.

» Dans ce Rapport, dont j'ai pris connaissance, et dont je me suis entretenu avec l'auteur, M. Laussedat, rendant compte au Ministre de la mission qu'il venait d'accomplir, annonçait, en termes très-explicites, la possibilité de réaliser le projet, conçu par Biot et Arago, de prolonger la méridienne de France à travers l'Espagne jusqu'en Algérie. Il s'était concerté dans ce but, disait-il, avec les officiers espagnols, et il déclarait que rien ne semblait devoir s'opposer au succès de l'entreprise. Il affirmait, en effet, en s'appuyant sur des assertions dignes d'une entière confiance, recueillies par lui des deux côtés de la Méditerranée, que les côtes d'Espagne sont visibles de plusieurs points de la province d'Oran ; et il sollicitait l'honneur de participer à l'opération qu'il proposait d'entreprendre.

» J'ai été chargé par le Maréchal de soumettre ce Rapport à l'examen de M. Le Verrier, et d'inviter M. Laussedat à se rendre à l'Observatoire pour en conférer avec le Directeur. J'ai été également chargé d'indiquer à l'auteur les passages de son Mémoire que le Ministre l'autorisait à adresser à l'Académie, et qui ont été publiés par extraits à cette époque. Je n'ai rien su au delà.

» Qu'est devenu le Mémoire? Je l'ignore. Peut-être M. Le Verrier le retrouverait-il dans ses papiers; peut-être est-il au nombre de ceux qu'a laissés le Maréchal. Il est regrettable qu'il n'ait pas été publié en entier, ou que, du moins, il n'ait pas été envoyé à M. le général Blondel, pour être classé dans les Archives du Dépôt de la Guerre.

» Quoi qu'il en soit, je suis en mesure d'affirmer que M. le colonel Laussedat est en droit de revendiquer le mérite d'avoir reconnu et indiqué en 1859, c'est-à-dire, je pense, antérieurement à tous autres, la possibilité d'exécuter dès lors le projet de Biot et Arago, et d'en avoir provoqué la réalisation. »

ASTRONOMIE. — *Suite de l'éphéméride de la planète* (127); *par* **M. Baillaud**; Note présentée par M. Serret.

(Les dates sont données en temps moyen de Greenwich.)

Dates.	Asc. dr. app.	Dist. pol. app.	Log. Δ.
	h m s	° ′	
« 1873 Janvier 1,5	1.43.47	75.55,1	0,3476
» 2,5	44.12	52,1	0,3500
» 3,5	44.37	48,8	0,3524
» 4,5	45.2	44,9	0,3548
» 5,5	45.33	41,0	0,3572
» 6,5	46.3	37,0	0,3596
» 7,5	46.35	33,0	0,3618
» 8,5	47.7	29,0	0,3642
» 9,5	47.41	24,8	0,3666
» 10,5	48.15	20,6	0,3690
» 11,5	48.51	16,4	0,3714
» 12,5	49.29	11,6	0,3738
» 13,5	50.7	7,0	0,3762
» 14,5	50.47	2,3	0,3786
» 15,5	51.29	74.57,5	0,3808
» 16,5	52.11	52,7	0,3832
» 17,5	52.55	47,8	0,3856
» 18,5	53.40	42,8	0,3878
» 19,5	54.26	37,7	0,3899
» 20,5	55.14	32,5	0,3921
» 21,5	56.3	27,3	0,3943
» 22,5	56.52	22,0	0,3964
» 23,5	57.42	16,6	0,3989
» 24,5	58.34	11,1	0,4011
» 25,5	59.26	5,5	0,4033
» 26,5	2. 0.20	73.59,9	0,4055
» 27,5	1.14	54,3	0,4077
» 28,5	2.10	48,6	0,4099
» 29,5	3.6	42,8	0,4121
» 30,5	3.4	36,9	0,4142
» 31,5	5.4	31,0	0,4163

» La correction de la première éphéméride est, d'après une observation faite par MM. Paul et Prosper Henry, le 26 décembre :

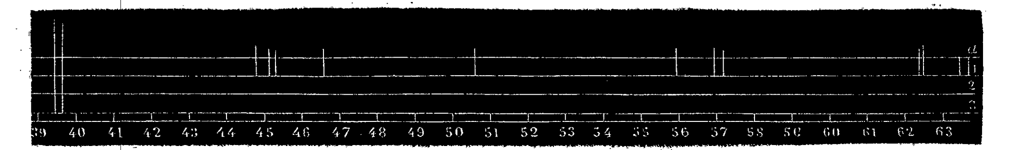
En ascension droite.............. $+5^s$
En distance polaire.............. $-0',4$ »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur le spectre solaire;* Note de **M. N. Lockyer.**

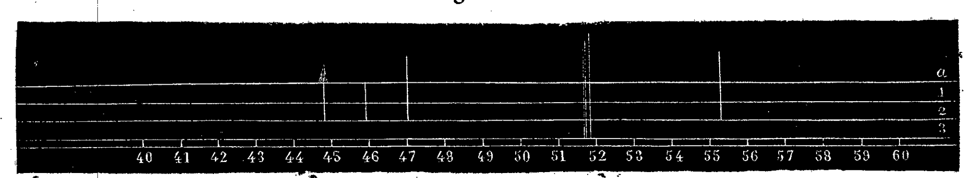
« Dans un Rapport que je viens de communiquer à la Société Royale de Londres, j'ai parlé des résultats que j'ai obtenus dernièrement en étudiant les spectres des vapeurs de quelques métaux au moyen de la méthode employée par le docteur Franckland et par moi-même, dès le commencement de 1869.

» Cette méthode nous apprit, à cette époque, que si l'on observe le spectre du magnésium, les trois lignes de *b* ne sont pas d'égales hauteurs, en sorte que, quoique la vapeur voisine de l'électrode nous donne les trois lignes, la vapeur qui en est éloignée ne peut nous en donner que deux. Nous avons constaté le même résultat dans un tube où nous avions placé deux électrodes de magnésium, au milieu d'une atmosphère d'hydrogène dont la pression avait été diminuée. Nous avons remarqué que, dans ces circonstances, les lignes deviennent en même temps plus minces, et d'autres expériences ont établi que les lignes, soit d'absorption, soit de rayonnement d'autres vapeurs, deviennent aussi plus minces à mesure que l'on réduit la quantité ou la densité des vapeurs; par exemple, en étudiant l'absorption du sodium et employant pour cela un tube clos où nous avions placé un morceau de sodium dans une atmosphère très-raréfiée d'hydrogène, nous avons trouvé que, en chauffant le métal, les vapeurs plus denses voisines du sodium nous montraient les lignes de D beaucoup plus larges que les lignes déterminées par l'absorption des vapeurs plus rares dans la partie supérieure du tube. La méthode dont je viens de parler consiste à placer une lentille entre la fente du spectroscope et la source de la lumière. Cette méthode a été dernièrement employée par M. Salet, de façon qu'une image du foyer lumineux soit projetée sur la fente. Dans la méthode usuelle, il a déjà été démontré par Stokes, W. A. Miller, Robinson et Thalen, que quelquefois, outre les lignes qui traversent la largeur du spectre, des lignes courtes s'aperçoivent de temps en temps dans le voisinage des électrodes, et ces lignes ont déjà été tracées par Thalen et photographiées par Miller. Mais je trouve que, en employant la nouvelle méthode, les variations dans la longueur et le caractère des lignes ressortent plus distinctement. C'est pourquoi j'ai tracé, d'après cette nouvelle méthode, les spectres de presque tous les éléments qui existent dans l'atmosphère. Dans toutes les figures ainsi obtenues pour chaque métal, on remarque de grandes différences dans la longueur et le caractère des lignes,

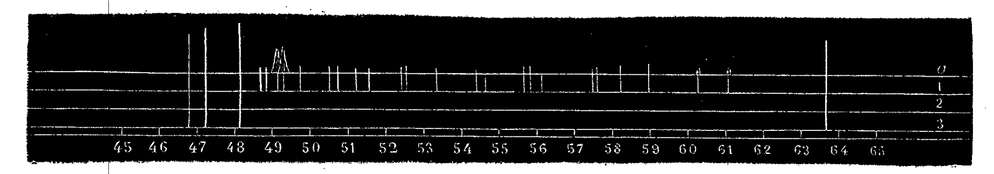
Aluminium.



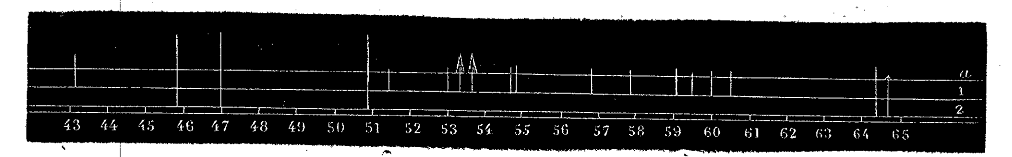
Magnésium



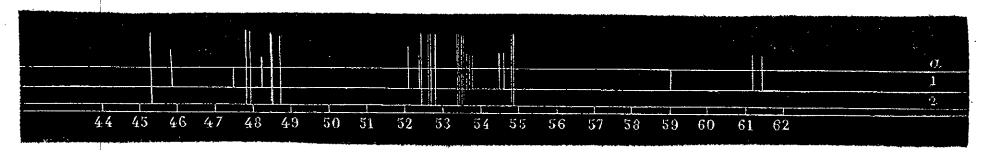
Zinc.



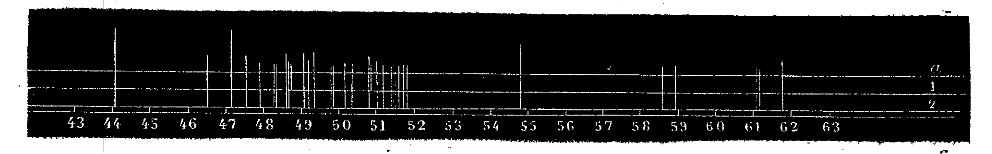
Cadmium.



Cobalt.



Nickel.



a, Hauteurs des lignes.
1, Lignes données par Thalén.
2, Lignes renversées dans le Soleil.
3, Lignes brillantes des chlorures d'aluminium, de magnésium et de zinc.

qui sont souvent très-nombreuses, et dont quelques-unes sont très-larges dans le spectre de la partie de la vapeur qui touche l'électrode, tandis que, dans les parties éloignées de ce point, la lumière ne peut nous donner qu'un simple spectre où nous ne voyons les lignes qu'en très-petit nombre et étroites.

» Dans le but d'augmenter l'importance des conclusions obtenues par le Dr Frankland et moi au moyen de nos premières expériences, j'ai étendu mes recherches à l'observation des spectres de ces métaux, placés dans des tubes soumis à une pression réduite. J'ai trouvé que, dans ces circonstances, les lignes courtes disparaissaient invariablement du spectre.

» En poursuivant la même idée, j'ai fait des expériences avec les chlorures de ces métaux, et j'ai trouvé que, même sous la pression atmosphérique, les lignes dont il s'agit disparaissent, et qu'en réduisant la température de l'étincelle, il ne reste dans le spectre que les plus longues lignes.

» L'importance de ces recherches par rapport à la constitution du Soleil ressort de la considération suivante : on sait que, dans quelques cas, toutes les lignes du spectre d'un métal qu'on suppose exister dans l'atmosphère du Soleil ne se trouvent pas parmi les lignes de Fraunhofer. Kirchhoff et Angström ont chacun fait des observations sur ce point.

» Le premier a dit d'abord que les *lignes brillantes* se trouvaient seulement interverties, mais ses expériences sur le spectre du cobalt lui ont bientôt prouvé l'improbabilité de cette supposition. Il s'ensuit que Kirchhoff s'appuyait sur une base peu solide, quand il admettait le zinc au nombre des substances solaires et qu'il rejetait l'aluminium, le nombre des lignes dans les deux cas, interverties dans le spectre solaire, étant extrêmement petit ; c'est sans doute à cause de cela que Thalen a rejeté le zinc de sa liste des éléments solaires. Mes recherches font voir que *les lignes interverties dans le spectre solaire sont, sans exception, les lignes les plus longues qui s'observent dans le spectre de la vapeur de chaque élément.* Cela est si rigoureusement vrai que j'ai pu, dans des cas où l'auteur ne l'avait pas fait, assigner à quelques-unes des lignes de la carte d'Angström les noms des métaux auxquels elles correspondent.

» J'ai l'honneur de vous envoyer ci-joint quelques figures qui vous donneront une idée du résultat de ces recherches. La partie supérieure de ces figures montre ce qu'on peut appeler la structure du spectre par rapport à ses lignes longues, courtes et ailées (winged). Au-dessous sont les lignes données par Thalen, dont les figures ont servi de base aux miennes. Plus bas encore, on voit les lignes interverties dans le spectre solaire, et,

dans quelques cas, les lignes visibles dans le spectre des chlorures, quand on emploie une étincelle à basse température. Tandis que l'on voit d'un côté qu'il ne manque au spectre solaire que deux lignes du nickel, on remarque de l'autre que deux seulement des lignes de l'aluminium se trouvent parmi les lignes de Fraunhofer.

» Dans mon Mémoire présenté à la Société Royale, je fais voir quelles considérations ressortent de cette détermination de la cause réelle de l'absence d'interversion de quelques-unes des lignes métalliques. J'espère pouvoir communiquer bientôt à l'Académie de nouveaux résultats de mes expériences. »

CHIMIE. — *Sur quelques réactions des chlorures de bore et de silicium;* Note de **MM. L. Troost** et **P. Hautefeuille.**

« Dans le cours de nos recherches sur la production des oxychlorures, nous avons observé quelques réactions qui permettent d'expliquer les résultats complexes que l'on obtient chaque fois que l'on emploie le chlorure de bore ou celui de silicium en vapeur dans des tubes de porcelaine.

» I. *Chlorure de bore.* — Lorsqu'on fait passer des vapeurs de chlorure de bore dans un tube de porcelaine non verni intérieurement et contenant des fragments de porcelaine de même nature, on constate que ces vapeurs attaquent la porcelaine avec une grande rapidité à la température du rouge vif. Le chlorure de bore est partiellement décomposé dans ces circonstances : on recueille du chlorure d'aluminium et du chlorure de silicium, faciles à séparer l'un de l'autre, et du chlorure de bore en excès; il s'est formé dans le tube du borate d'alumine.

» Si, au lieu de faire agir le chlorure de bore sur la porcelaine non vernie, on le fait passer dans un tube contenant des fragments de porcelaine vernie, on constate qu'il se dégage, outre le chlorure de silicium et le chlorure d'aluminium, une certaine quantité de chlorure double d'aluminium et de potassium.

» L'examen des fragments restés dans le tube permet de reconnaître que la pâte de la porcelaine a été plus rapidement et plus profondément attaquée que la couverte (1).

» Les expériences précédentes, établissant que le chlorure de bore agit

(1) Les tubes de porcelaine vernis intérieurement sont donc préférables aux tubes non vernis pour les expériences où l'on doit faire réagir le chlorure de bore sur d'autres substances.

sur le silicate d'alumine, nous devions rechercher s'il agirait également sur la silice pure et sur l'alumine pure. Dans ce but, nous avons chauffé de l'alumine pure dans un tube de platine, et nous y avons fait passer de la vapeur de bore. Il y a eu décomposition de chlorure, formation de borate d'alumine et dégagement de chlorure d'aluminium. La température à laquelle se fait la réaction est à peu près la même que celle à laquelle se produit le chlorure d'aluminium dans le procédé d'OErsted par l'action du chlore libre sur un mélange d'alumine et de charbon.

» En faisant passer de la même manière du chlorure et du bore sur de la silice pure chauffée dans un tube de platine, on recueille du chlorure de silicium, et il se forme de l'acide borique.

» Le chlorure de bore réagit aussi sur la zircone et sur l'acide titanique, en donnant du chlorure de zirconium ou du chlorure de titane et de l'acide borique.

» II. *Chlorure de silicium.* — Le chlorure de silicium pur n'a d'action ni sur la pâte de porcelaine, ni sur la couverte feldspathique, même à la température du ramollissement de la porcelaine; il n'attaque donc pas le silicate d'alumine. Mais si l'on fait passer des vapeurs de chlorure de silicium sur de l'alumine pure amorphe ou cristallisée, contenue dans un tube de platine (ou dans un tube de porcelaine), on reconnaît qu'il se produit une réaction à peu près à la même température qu'avec le chlorure de bore. On obtient du chlorure d'aluminium, qui se dépose dans les parties encore chaudes du récipient et se sépare ainsi de l'excès du chlorure de silicium.

» Le chlorure de silicium réagit également sur la zircone; il se forme du silicate de zircone amorphe, qui reste dans le tube, et l'on recueille du chlorure de zirconium solide, volatil, dont on peut vérifier la nature par l'insolubilité de la zircone dans la potasse, par l'insolubilité de son oxalate et par la formation, à l'aide du sulfate de potasse, d'un sous-sel insoluble.

» Si l'on fait passer du chlorure de silicium sur de l'acide titanique, on ne constate pas d'action, tandis qu'avec le chlorure de bore on obtenait du chlorure de titane. Ce résultat négatif peut conduire à penser que le chlorure de silicium n'agit que sur les oxydes qui jouissent de la propriété de se combiner à la silice.

» Ces réactions des chlorures de bore et de silicium rappellent celles des fluorures correspondants; ainsi, le fluorure de bore, introduit dans un tube de porcelaine, chauffé au rouge, donne très-rapidement naissance à du fluorure de silicium. Le fluorure de silicium a une action très-lente sur la porcelaine, mais il agit très-rapidement sur l'alumine et sur la zircone.

» Mais, tandis que les silicates d'alumine ou de zircone obtenus avec le chlorure de silicium, sont amorphes, ceux que l'on obtient avec le fluorure de silicium sont cristallisés. Cela tient, d'après les expériences de M. H. Sainte-Claire Deville, à ce que les fluorures d'aluminium et de zirconium jouissent de la propriété de décomposer la silice en régénérant du fluorure de silicium. Les chlorures d'aluminium et de zirconium sont sans action sur la silice, et ne peuvent, par suite, donner naissance à des phénomènes de volatilisation apparente; ce ne sont donc pas des agents minéralisateurs comparables aux fluorures. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage du manganèse dans les minerais de fer, les fontes et les aciers, par un procédé calorimétrique;* Note de **M. P. Pichard.** (Extrait.)

« .... On pèse $0^{gr},1$ de minerai, de fonte ou d'acier préalablement porphyrisé; on calcine au rouge vif dans un petit creuset de porcelaine ou de platine, de manière à opérer un grillage et une oxydation. Après refroidissement, on mélange intimement avec 2 ou 3 décigrammes de carbonate de soude desséché. On calcine de nouveau à une haute température. Dans le creuset refroidi, on verse 5 centimètres cubes d'acide azotique concentré; on y ajoute une goutte d'acide chlorhydrique fumant; la dissolution du fer et du manganèse s'opère en quelques heures. On peut l'activer en mettant le creuset dans un endroit chaud. Quand les parois du creuset sont dégagées, on verse le contenu dans un tube de verre fermé par un bout, de 20 centimètres de longueur, de 15 à 18 millimètres de diamètre; on lave le creuset avec un peu d'eau bouillante. On chauffe sur une lampe à alcool le tube, en l'inclinant, jusqu'à l'ébullition, pour dissoudre entièrement l'oxyde de manganèse; on ajoute alors 10 centimètres cubes d'eau distillée. Dans le tube, on introduit $\frac{1}{2}$ gramme au moins d'oxyde puce de plomb. On chauffe de nouveau sur la lampe à alcool, et l'on maintient l'ébullition pendant deux ou trois minutes. On laisse déposer l'excès d'oxyde puce; on décante le liquide surnageant, dans une éprouvette graduée de 500 centimètres cubes. Pour laver l'oxyde puce, on ajoute 1 centimètre cube d'acide azotique et 5 centimètres cubes d'eau distillée; si cela ne suffit pas pour donner une liqueur à peu près incolore, on lave une deuxième fois en portant à l'ébullition, et l'on réunit les liqueurs de lavage à la première. On agite le liquide dans l'éprouvette, pour qu'il prenne une teinte uniforme.

» Cela fait, on prépare une solution type de manganèse, en traitant de la même manière un poids de 7 milligrammes d'oxyde rouge de ce métal, ce qui correspond à 5 milligrammes de manganèse.

» On verse la liqueur rouge de permanganate de soude dans une éprouvette de verre graduée, de 500 centimètres cubes, de même calibre que la première. On étend d'eau distillée jusqu'à ce que la teinte soit égale à celle de l'autre liqueur (pour bien apprécier les différences des teintes, on place les éprouvettes à côté l'une de l'autre, devant un fond blanc); on lit les nombres de divisions correspondant aux volumes des deux liqueurs, et, par une proportion, on établit la quantité de manganèse cherchée

$$\frac{x}{5} = \frac{V}{V_t}, \quad x = \frac{5V}{V_t},$$

x étant la quantité inconnue de manganèse, V le volume qui y correspond V_t le volume de liqueur type correspondant à 5 milligrammes de manganèse; on obtient ainsi, en centièmes, la proportion de manganèse.

» Pour la plupart des minerais de fer manganésifères, où la proportion de manganèse ne dépasse guère 5 pour 100, et pour les fontes et aciers où elle s'élève rarement à 5 pour 100, on pourra se dispenser du calcul. On étendra immédiatement la liqueur type à 500 centimètres cubes (la teinte de cette liqueur est encore très-marquée); puis on diluera la liqueur à essayer, jusqu'à ce qu'elle atteigne la nuance de la première; la lecture du volume de la deuxième liqueur donnera immédiatement la proportion de manganèse. 500 centimètres cubes de la liqueur type correspondant à 5 milligrammes de manganèse, 1 centimètre cube correspond à $0^{gr},00001$; soit, pour une prise de $0^{gr},1$ de minerai, à $\frac{1}{10000}$ du poids total. Si le volume est de 275 centimètres cubes, la proportion de manganèse sera $\frac{275}{10000}$ ou 2,75 pour 100.

» Un œil exercé peut arriver facilement à discerner les teintes des liqueurs à ce degré de dilution, et l'on pourra obtenir ainsi le dosage du manganèse à $\frac{1}{10000}$ près. Dès le premier essai, on fera toujours la détermination avec une approximation de $\frac{1}{1000}$.

» Si la proportion de manganèse, après un premier essai, est reconnue inférieure à $\frac{1}{1000}$, il sera bon de recommencer l'essai sur une prise de 3, 4 ou 5 décigrammes; on augmentera les quantités de carbonate de soude dans la même proportion; pour le reste, on opérera comme ci-dessus et l'on divisera le résultat final par 5, 4 ou 3.

» La liqueur type peut se conserver plusieurs jours sans altération, dans

un flacon bouché à l'émeri; mais elle dépose, après quelque temps, sur les parois, une couche brune de sesquioxyde de manganèse. Quand ce dépôt apparaît, il faut préparer à nouveau la liqueur type au moment de l'essai. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage volumétrique de petites quantités d'arsenic et d'antimoine;* Mémoire de **M. A. Houzeau**. (Extrait par l'auteur.)

« Il n'existe pas de méthode assez sensible pour doser, avec exactitude et rapidité, de petites quantités d'arsenic et d'antimoine; bien qu'à faible dose, ces substances agissent vivement sur l'économie. Les observations qui sont consignées dans mon Mémoire montrent cependant que ce problème est susceptible d'une solution convenable; elles établissent, en effet, les résultats suivants :

» I. Les hydrogènes arsénié et stibié sont en totalité et presque instantanément absorbés par le nitrate d'argent, légèrement acide (Dumas), selon les équivalences suivantes, confirmées par l'analyse :

$$6(AgO, AzO^5) + AsH^3 = 6AzO^5 + 3HO + 6Ag + AsO^3,$$

qui donne $Ag = 0,11574 As$; et

$$3(AgO, AzO^5) + SbH^3 = 3AzO^5 + 3HO + 3Ag + Sb,$$

qui donne $Ag = 0,1867 Sb$.

» II. On peut fonder sur cette réaction un procédé exact et sensible pour doser indirectement l'arsenic et l'antimoine, d'après la quantité d'argent précipitée, et pour doser directement l'arsenic, d'après la proportion d'acide arsénieux formée.

» III. *Procédé indirect.* Il consiste à verser, dans un appareil de Marsh alimenté par du zinc et de l'acide chlorhydrique privés d'arsenic, la substance arsenicale ou stibiée qui est réductible par l'hydrogène; à recevoir les gaz, après leur passage sur une colonne de craie, dans une solution titrée de nitrate d'argent neutre, qu'on étend ensuite de son volume d'eau, et qu'on acidule avec deux ou trois gouttes d'acide azotique ou mieux avec $0^{cc},5$ d'acide acétique, pour éviter la précipitation d'une certaine quantité d'arsénite d'argent. L'argent restant en dissolution est apprécié, dans le tube même, par une liqueur titrée de sel marin, d'après la méthode de Gay-Lussac.

» IV, V, VI. Le dosage de l'arsenic peut s'opérer avec autant de précision par la méthode directe, qui consiste à effectuer un véritable essai chlorométrique sur la solution d'argent qui a servi à l'absorption de l'hydrogène arsénié.

» A cet effet, on précipite tout l'argent de cette solution par un léger excès d'une liqueur salée à 3 pour 100 de chlorure de sodium; on prend exactement le volume total du liquide et du précipité (soit 25 ou 50 centimètres cubes), qu'on verse ensuite sur un filtre sec et qu'on ne lave pas. La liqueur, filtrée très-claire et mesurée (22 ou 40 centimètres cubes), est versée dans un verre à pied et *additionnée de* 1 *ou* 2 *centimètres cubes* d'acide chlorhydrique pur, incolore. On apprécie ensuite la quantité d'acide arsénieux qu'elle renferme par la liqueur titrée de caméléon, dont M. P. Thenard a fait un si judicieux emploi pour doser l'ozone.

» VII. Les résultats suivants établissent l'exactitude de la méthode indirecte et de la méthode directe.

	Arsenic		Antimoine	
	mis.	trouvé.	mis.	trouvé.
Méthode indirecte. Arsenic et antimoine calculés par l'argent manquant à la liqueur d'argent titrée	mg 3,33	mg 3,36	mg 5,00	mg 4,82
	9,99	10,18	10,18	9,88
Méthode directe. Arsenic dosé à l'état d'acide arsénieux par l'hypochlorite de soude titré	9,99	10,04		
	3,33	3,38		

» VIII. Les deux méthodes employées simultanément peuvent servir à doser avec précision un mélange de composés stibiés et arsenicaux, ainsi qu'à analyser quantitativement l'hydrogène arsénié mêlé à l'hydrogène antimonié. Exemple :

Argent total précipité par les hydrures d'arsenic et d'antimoine	mg 57,3		
Argent précipité par l'hydrure d'arsenic et calculé d'après l'arsenic dosé à l'état d'acide arsénieux	29,2		Antimoine.
D'où argent précipité par l'hydrogène antimonié.	28,1	=	mg 5,24

Résumé.

	Mis.	Trouvé.
Arsenic	mg 3,33	mg 3,38
Antimoine	5,00	5,24

» IX. La méthode est, en outre, applicable au dosage de l'arsenic et de l'antimoine mélangés à des matières organiques, ainsi que l'établissent encore les résultats qui sont consignés dans le Mémoire. Seulement il faut

détruire la matière organique par un traitement préalable, comme je l'indiquerai dans un travail spécial.

» X. Si cette méthode volumétrique de dosage ne s'applique qu'aux combinaisons stibiées et arsenicales, qui sont réductibles par l'hydrogène naissant, telles que les acides arsénique, arsénieux, antimonique, etc., son emploi peut être encore généralisé aux sulfures, phosphures d'arsenic et d'antimoine, après que ceux-ci ont été convenablement oxydés par l'acide chlorhydrique additionné de chlorate de potasse.

» XI. Ce traitement oxydant préalable sera même toujours indispensable, lorsqu'on cherchera, par cette méthode, l'arsenic et l'antimoine dans une substance à composition inconnue, attendu que les acides sulfureux, sulfhydrique, l'hydrogène phosphoré, etc., réagiraient sur la solution d'argent à la manière de l'hydrogène arsénié et stibié.

» XII. Mais c'est à tort que certains chimistes ont annoncé que l'hydrogène pur réduisait aussi le sel d'argent.

» J'ai été aidé, dans l'exécution de ce travail, par M. Ad. Renard, l'un des élèves de l'École des Sciences de Rouen. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Présence de la méthyliaque dans l'éther méthylnitrique et dans l'alcool méthylique;* Note de **M. Lorin.**

(Laboratoire de l'École Centrale.)

« I. *Éther méthylnitrique.* Deux échantillons, l'un provenant d'alcool méthylique ordinaire, de densité 1,170 à 20 degrés, l'autre d'alcool plus pur, de densité 1,175, ont laissé, par distillation au bain-marie, de 55 à 70 degrés, un résidu rougeâtre, fortement acide, brûlant encore avec une flamme jaunâtre et formant environ le vingtième du produit total. Les liquides des récipients, à peine acides, d'une teinte jaune paille très-faible, soumis à une distillation fractionnée, ont donné des produits qui, tous, ont présenté ce caractère commun de fournir avec la potasse solide une coloration rose fugace, disparaissant à chaud, reparaissant à froid, et qui persiste mieux dans les avant-derniers produits. Cette coloration s'est retrouvée dans le traitement de l'éther par la potasse en dissolution; elle n'a pas été constatée dans les éthers méthyliques purs, ni dans les éthers méthyl, éthyl, amyl et caprylnitrique de M. Champion et dont il a indiqué la préparation (1).

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 573.

» La pureté de l'alcool méthylique n'a pas eu d'influence sur la stabilité des éthers nitriques, le rapport des acidités, avant comme après la distillation, n'ayant pas changé. L'analyse de ces éthers, faite sur des poids relativement considérables, dans des conditions identiques, a montré qu'ils étaient formés pour la plus grande partie d'éther méthylnitrique pur; en effet, le plus riche en contenait plus de 80 pour 100. Il faut opérer avec précaution, le maniement d'un tel corps n'étant pas sans danger.

» Les premiers produits d'une nouvelle distillation étaient moins riches que les derniers, et la différence s'est plus accusée pour l'éther de l'alcool impur. Toutefois, cette différence ne s'étant élevée qu'à 5 pour 100 environ, il est inutile, dans la préparation de l'alcool méthylnitrique, d'exagérer la pureté de l'alcool.

» La réaction de la potasse terminée, on a réuni les liquides de la distillation ménagée, faite pour recueillir le nitrate de potasse. Ces liquides ont été distillés en faisant rendre les vapeurs dans de l'acide chlorhydrique. L'évaporation a laissé une matière solide, organique, laquelle, reprise par l'alcool absolu, a fourni un résidu donnant les principaux caractères du chlorhydrate de la méthyliaque.

» II. *Alcool méthylique.* Deux échantillons de même provenance, l'un très-coloré et plus fortement ammoniacal, ont été agités avec un petit excès d'acide sulfurique. Tous deux ont changé de couleur, et le plus ammoniacal est devenu rose d'abord, puis rouge de vin. Le résidu liquide de la distillation ménagée, repris par l'eau, traité par le carbonate de chaux, filtré, a été soumis à une évaporation ménagée.

» Le produit obtenu avec l'alcool mauvais a été de beaucoup le plus considérable. Avec le chlorure de baryum, on l'a transformé en chlorhydrate. L'évaporation a laissé un résidu assez abondant, très-déliquescent et présentant d'ailleurs les caractères du chlorhydrate de la méthyliaque.

» D'autres échantillons d'alcool méthylique du commerce n'ont donné que des quantités très-faibles de résidus, après avoir subi le même traitement.

» Opérant sur trop peu d'alcool, on n'a pas cherché la présence simultanée des différentes ammoniaques composées, présence qui ne saurait être douteuse, et qui d'ailleurs n'offrirait, au point de vue de cette Note, qu'un intérêt secondaire.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la migration du pigment sanguin à travers les parois vasculaires dans la mélanémie palustre;* Note de **M. L. Colin**, présentée par M. Larrey.

« L'attention des médecins et des physiologistes a été, dans ces dernières années, appelée sur deux propriétés principales des leucocytes.

» Grâce à leur contractilité, ces globules saisissent et enveloppent les corpuscules étrangers qui se trouvent à leur contact; grâce à leurs changements de forme et à leurs mouvements amiboïdes, ils peuvent pénétrer à travers la paroi des petits vaisseaux et s'épancher dans les tissus. Je n'ai pas à rappeler ici les travaux relatifs à l'un ou l'autre de ces faits, travaux dont la principale part, en France, revient à MM. Davaine, Vulpian, Hayem, Ranvier, Lortet.

» On a utilisé cette double propriété des leucocytes pour injecter, dans le sang des animaux, des substances colorantes, afin de mieux constater la migration de ces globules à travers la paroi vasculaire dans les inflammations locales.

» Il existe chez l'homme une affection dans laquelle semblent réalisées en partie les conditions de cette expérience : c'est la mélanémie palustre. Dans cet état morbide, le sang renferme du pigment en quantité assez considérable pour occasionner parfois, par ses agglomérations, une distension anévrismale et même la rupture des petits vaisseaux. Ce pigment existe à l'état de liberté ou renfermé dans les leucocytes.

» D'autre part, la paroi de certains vaisseaux, dans la mélanémie, est tellement tachetée de pigment, que des viscères de coloration blanche, comme le cerveau, présentent souvent une teinte ardoisée; ces granulations pigmentaires incrustent les tuniques vasculaires à leur surface interne, dans leur épaisseur, et forment parfois une couche opaque à leur périphérie. Enfin la matière colorante peut pénétrer dans l'extrémité de tous les tissus; c'est un fait que j'ai vu et décrit, ainsi que bien d'autres observateurs (Frerichs, Charcot, Heschl, B. Ball, etc.).

» N'y a-t-il point, dans ces circonstances qui sont parfaitement connues, une relation directe entre le pigment sanguin et la pigmentation des tissus vasculaires et périvasculaires? Les leucocytes ne sont-ils point les intermédiaires actifs de la migration du pigment sanguin, migration que faciliterait l'énergie du mouvement circulatoire pendant l'accès fébrile?

» Nous nous bornons, pour le moment, à poser ces questions, dont la solution, dans un sens affirmatif, aurait une importance si considérable au

point de vue de la circulation et de la nutrition. La migration des leucocytes s'opérerait sans doute, au même titre, sur tout le parcours des vaisseaux, dans bien d'autres états morbides et peut-être physiologiques ; leur coloration pigmentaire rendrait seulement cette migration plus appréciable dans la mélanémie.

» Ce mode d'infiltration du pigment sanguin dans les organes différerait entièrement, par son mécanisme, du mode admis par les divers auteurs, pour qui toute pigmentation des tissus proviendrait d'une extravasation préalable des hématies, donnant, par leur transformation sur place, naissance à cette matière colorante. M. Ch. Robin a opposé à cette manière de voir les données de l'Analyse chimique et de la Physiologie. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la distribution de la corde du tympan;* Note de **M. J.-L. Prevost** (de Genève.)

« Dans le compte rendu de la Société de Biologie du 17 février 1872, publié le 16 novembre 1872 par la *Gazette Médicale*, nous lisons que M. le professeur Vulpian, faisant de nouvelles expériences de section de la corde du tympan chez le chien, est arrivé à des résultats différents de ceux qu'il avait obtenus anciennement chez le lapin, et qui l'engageaient alors à admettre que la corde du tympan se perd entièrement dans la glande sous-maxillaire, sans envoyer de tubes nerveux à la langue. Dans ses dernières recherches, M. Vulpian a trouvé, au contraire, que la corde du tympan envoie des rameaux à la langue.

» Nous avons fait, cette année, une série d'expériences de section de la corde du tympan, dans le laboratoire de Physiologie de l'Académie de Genève, soit avec le concours de M. le Dr Reverdin, soit avec celui de M. Déjerine, étudiant en Médecine, alors que nous ignorions les nouvelles recherches de M. Vulpian, qui n'étaient pas encore publiées. Ces expériences nous ont donné les résultats suivants, que nous présentons à l'Académie après les avoir signalés à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève dans sa séance du 3 octobre 1872.

» Chez un chien et un chat, nous avons sectionné les deux cordes du tympan dans l'oreille moyenne, d'après le procédé de M. Cl. Bernard; chez trois autres chats, une seule corde a été sectionnée par le même procédé. Chez cinq rats albinos et un cochon d'Inde, nous avons, en arrachant un facial à son émergence du trou stylo-mastoïdien, interrompu la continuité de la corde du tympan, vu l'ablation de la partie pétreuse du facial.

En examinant alors, d'après la méthode de Waller, six à dix jours plus tard, les branches terminales du nerf lingual, nous avons toujours trouvé, du côté de l'arrachement ou de la section, des nerfs dégénérés appartenant à la corde du tympan, abondants surtout dans la branche terminale interne du lingual, mais existant aussi dans les autres.

» Nous avons pu trouver aussi des fibres nerveuses altérées dans la muqueuse linguale de l'extrémité de la langue. Il ne nous a pas été possible de distinguer de fibres altérées dans les papilles de la langue; mais en prenant de petits segments de tissu sous-muqueux ou des parcelles de la couche muqueuse profonde, les dissociant avec soin et les traitant par une solution de soude caustique, nous avons pu y découvrir des fibres nerveuses dégénérées.

» Chez les animaux qui n'avaient été opérés que d'un côté, en examinant soit les branches terminales du lingual, soit des parcelles de muqueuse de l'extrémité de la langue, du côté non opéré, nous avons pu constater qu'elles ne contenaient pas de fibres malades, cet examen étant pour nous un précieux terme de comparaison.

» La corde du tympan, prise au niveau de son entrée, dans le nerf lingual, soit dans le cas de section dans l'oreille, soit dans celui de section au niveau de son émergence faciale, a été trouvée dégénérée dans les deux cas; cependant elle contenait quelques fibres saines. Dans les cas de section faite dans l'oreille, le bout resté en communication avec le facial était entièrement sain. Il en était de même du nerf vidien.

» Après l'arrachement du ganglion sphénopalatin, ou la section du nerf vidien, la corde du tympan reste entièrement saine.

» Après la section du nerf glosso-pharyngien, faite chez un chat dont les autres nerfs avaient été laissés intacts, nous n'avons point trouvé de nerfs dégénérés dans les branches terminales du lingual, ni dans la muqueuse linguale de l'extrémité de la langue, ce qui montre que, s'il existe des anastomoses entre le glosso-pharyngien et le lingual, elles sont du moins peu considérables.

» Nos résultats ont été identiques chez les carnassiers et les rongeurs.

» Nous insistons sur la nécessité de faire la recherche des fibres dégénérées à une époque qui ne dépasse pas le dixième ou douzième jour après la section, surtout quand il s'agit de jeunes animaux.

» Les fibres terminales sont, en effet, très-fines; les granulations graisseuses sont rapidement résorbées et peuvent échapper à l'observateur.

» Nous croyons que c'est un examen anatomique trop tardif de ces nerfs

qui a été la principale cause d'erreur des premières expériences de M. Vulpian, les fibres dégénérées échappant à l'observateur, par suite de leur dégénération trop complète. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation alcoolique et acétique spontanée du foie, et sur l'alcool physiologique de l'urine humaine;* Note de **M. A. Béchamp.**

« Il y a quelques années, j'ai fait voir que le contenu d'un œuf, brouillé par de vives secousses, peut subir une fermentation dont les produits caractéristiques sont l'alcool, l'acide acétique, l'acide carbonique, l'hydrogène et une trace d'hydrogène sulfuré. J'ai fait remarquer que les matières albuminoïdes de l'œuf ne prennent point part au phénomène, au moins notablement, et que le glucose et les matières glucogènes seuls disparaissent (1). Dans une prochaine Note, j'espère démontrer que les agents de cette fermentation ne sont autres que les microzymas préexistants de l'œuf, et surtout ceux du jaune, que je suis parvenu à isoler et à étudier séparément.

» Comme l'œuf, le foie contient du glucose et des matières glucogènes. M. Estor et moi, nous avons étudié les microzymas de ce viscère (2); ces microzymas, je les ai montrés capables de faire subir la fermentation caproïque à l'alcool lui-même (3), comme le font ceux de la craie (4). Le moment est venu de publier les expériences que j'avais instituées pour démontrer qu'une fermentation peut s'accomplir dans le foie comme dans l'œuf.

» Le foie entier, pris à l'animal au moment où il vient d'être sacrifié, est lavé extérieurement à l'eau distillée et plongé dans l'eau créosotée ou phéniquée. L'appareil est muni d'un tube abducteur, et purgé d'air par un courant d'acide carbonique. Bientôt, à une température convenable, un dégagement d'acide carbonique, d'hydrogène et d'un peu d'hydrogène sulfuré, s'établit. Au bout de trois ou quatre jours, on constate que l'eau et la masse du foie ont acquis une réaction très-acide, *sans odeur de putréfaction.* Après un traitement convenable, on s'assure aisément que des quantités notables d'alcool et d'acide acétique se sont formées. Il y a

(1) *Comptes rendus,* t. LXVII, p. 523.
(2) *Comptes rendus,* t. LXVI, p. 421.
(3) *Comptes rendus,* t. LXVIII, p. 1567.
(4) *Comptes rendus,* t. LXVII, p. 558.

d'autres produits, notamment un acide soluble dans l'éther, et donnant un sel de chaux cristallisant comme le lactate de cette base. Je n'insiste pas, pour le moment, sur les autres produits, ni sur les changements qui surviennent quand le foie est préalablement hydrotomisé, mais je note que, comme dans le cas de l'œuf, les matières albuminoïdes prennent peu de part au phénomène et que le glucose et les matières glucogènes du foie disparaissent. J'ajoute qu'il n'y pas d'autres ferments que les microzymas du foie et les formes organisées qui résultent de leur évolution.

» Si dans cette expérience le foie produit de l'alcool, pourquoi n'en produirait-il pas physiologiquement? Sans doute, dans la circonstance que je viens de rapporter, les microzymas du foie ont en grande partie évolué en bactéries; mais ces microzymas sont aussi actifs par eux-mêmes ; rien ne s'oppose donc à ce qu'on leur attribue l'activité chimique du foie. Quoi qu'il en soit, après avoir démontré que l'urine qui se putréfie produit de l'alcool (5), j'ai essayé de découvrir l'alcool dans l'urine de personnes soumises préalablement à l'abstinence du vin et de boissons alcooliques. Dans l'urine recueillie dans ces conditions, et dont j'avais empêché la fermentation par une addition de créosote, j'ai découvert assez d'alcool pour le caractériser par l'inflammation. Dans une expérience, 2 litres d'urine d'un homme ayant dépassé la cinquantaine ont donné assez d'alcool pour le déterminer à l'alcoomètre (30 centimètres cubes à 1 degré). Toutefois l'alcool est moins aisé à découvrir dans l'urine des jeunes sujets. »

MM. **Béchamp** et **Estor** transmettent, au sujet des observations présentées par M. Pasteur (séance du 9 décembre), la Note suivante :

« Nous prions l'Académie de nous permettre de constater que les observations insérées au nom de M. Béchamp et aux nôtres (pages 1284, 1519 et 1523) sont restées, au fond, sans réponse. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la dégénérescence des nerfs après leur section;* Note de **M. L. Ranvier**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans cette Communication, je me propose d'étudier seulement les modifications histologiques, dites dégénératives, qui surviennent dans les nerfs lorsqu'on les a sectionnés. Je m'occuperai de la régénération de ces nerfs dans un autre travail.

---

(5) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 374.

» Nasse (1) est le premier qui ait signalé la dégénérescence de la portion périphérique d'un nerf sectionné, dégénérescence caractérisée par la segmentation de la myéline. Waller (2), plus tard, reprenant la même question, a proposé d'utiliser cette dégénérescence pour résoudre expérimentalement l'intrication des nerfs et pour déterminer l'origine des nerfs périphériques. Depuis, un grand nombre d'histologistes se sont occupés du même sujet et ont apporté à la science des matériaux importants sur lesquels je reviendrai dans le cours de cette Communication.

» Je vais d'abord exposer les faits tels qu'ils se sont présentés à mon observation, en utilisant les notions que je possède maintenant sur l'histologie normale des nerfs périphériques. J'ai employé dans cette étude plusieurs méthodes, que je ne peux donner ici, et que je décrirai en détail dans une publication plus étendue, accompagnée de nombreux dessins, nécessaires pour faire comprendre certains détails dont l'exposé est difficile.

» Je rappellerai d'abord que le segment interannulaire des tubes nerveux représente une individualité histologique, et qu'il est constitué par une membrane enveloppante, transparente et homogène (membrane de Schwann), doublée d'une couche de protoplasma contenant un noyau lenticulaire, situé à peu près à la partie moyenne du segment. Au-dessous du protoplasma, se trouve la gaîne de myéline, au centre de laquelle passe le cylindre-axe. Ce dernier est probablement revêtu d'une couche de protoplasma, réfléchi au niveau de chacun des deux étranglements annulaires qui limitent le segment.

» Dans les jours qui suivent la section d'un nerf, il se produit des modifications dans les tubes nerveux du bout périphérique et du bout central; il se fait aussi des altérations du tissu conjonctif et des vaisseaux.

» *Modifications de la portion périphérique.* — Vingt-quatre heures après la section du nerf sciatique ou du pneumogastrique du lapin, les noyaux des segments interannulaires sont légèrement gonflés, l'échancrure de la myéline qui les contient est agrandie, et l'on peut voir entre la myéline et le noyau, entre ce dernier et la membrane de Schwann une couche de protoplasma granuleux, qui se poursuit dans toute l'étendue du segment, comme dans les nerfs normaux des animaux nouveau-nés. Quarante-huit heures après la section, le gonflement du noyau est plus accusé, et le protoplasma forme, au-dessous de la membrane de Schwann restée cylindrique, des

(1) Nasse, *Muller's Archiv*, 1839, p. 405.
(2) Waller, *Muller's Archiv*, 1852, p. 392.

amas qui dépriment la gaîne de myéline et lui font prendre une forme irrégulière. Après la soixante-douzième heure, le noyau est gonflé à un tel point qu'il remplit à peu près le calibre du tube. A son niveau, la myéline, complétement interrompue, laisse un espace occupé par une masse de protoplasma parsemée de granulations graisseuses et renfermant le noyau à son centre. Le protoplasma s'est gonflé aussi sur divers points du segment interannulaire et, refoulant la gaîne de myéline, l'a réduite à un filament d'une grande minceur, ou l'a complétement divisée. En employant une méthode dont j'ai pu déterminer exactement la valeur, je me suis assuré que le cylindre-axe est coupé au niveau de chaque noyau vers la fin du troisième jour. Ce fait est important, parce qu'il nous donne une explication anatomique de la perte de l'excito-motricité d'un nerf sectionné, perte qui, d'après l'observation de Longet, survient à la même époque. Le même fait établit encore d'une manière positive que le cylindre-axe est l'agent conducteur des excitations nerveuses, ainsi qu'on l'admettait sans preuve suffisante.

» A partir du quatrième jour, la dégénérescence se poursuit en s'accusant de plus en plus, et le sixième, la myéline est réduite en petits fragments bien limités; le protoplasma, devenu très-abondant, contient des granulations graisseuses en nombre considérable et les noyaux sont multipliés. Les grandes cellules plates qui, associées à des fibres minces, constituent le tissu conjonctif intra-fasciculaire, sont chargées de granulations graisseuses. Quelques cellules lymphatiques, situées à côté d'elles, renferment de semblables granulations. Les cellules endothéliales des vaisseaux capillaires, artériels et veineux et de la gaîne lamelleuse des faisceaux nerveux, ont subi également l'infiltration granulo-graisseuse (1). Enfin, les tubes nerveux sans myéline (fibres de Remak) présentent aussi un état granulo-graisseux. Cet état est précédé, dans ces fibres, de la formation de petites vésicules semblables à des vacuoles ; on y observe aussi, comme dans les fibres à myéline, une multiplication de leurs noyaux. Cette multiplication, dans les fibres à myéline, n'est pas simplement une apparence, comme le voulait M. Schiff (2), qui du reste n'a pas connu la prolifération des noyaux des fibres de Remak. D'après cet auteur, tous les noyaux que l'on voit sur les

---

(1) M. Vulpian (*Arch. de Ph.*, 1872, p. 748) signale l'existence d'un grand nombre de granulations graisseuses dans la paroi des vaisseaux du tissu conjonctif interfasciculaire.

(2) Schiff, *Archiv f. gemeinschaft. Arbeit.*, Bd II, S. 411.

fibres dégénérées existeraient sur les fibres normales, mais ils y seraient cachés par la présence de la myéline.

» M. Neumann (1), dans un excellent travail sur la même question, s'est déjà élevé contre cette manière de voir; cependant il est embarrassé pour déterminer le nombre des noyaux dans une fibre nerveuse. Aujourd'hui l'on sait qu'il y a un seul noyau par segment, soit, en moyenne, un par millimètre chez le lapin adulte : les nombreux noyaux que l'on observe dans un segment à la suite de la section des nerfs proviennent donc d'une multiplication réelle. Ces noyaux occupent les diverses régions d'un segment interannulaire; quelques-uns d'entre eux sont placés au voisinage des étranglements. J'ai pu voir, d'une manière certaine, des noyaux en voie de division; mais je ne sais pas comment les noyaux nouvellement formés se dispersent dans toute l'étendue du segment. Il serait possible que le protoplasma des tubes nerveux présentât, dans ces conditions, des mouvements semblables à ceux du plasma de certaines cellules végétales.

» Du septième au vingtième jour après la section, la prolifération des noyaux ne se poursuit plus d'une manière active : le protoplasma est moins abondant, les fragments de la myéline constituent, sur quelques points des tubes nerveux, des amas fusiformes, séparés les uns des autres par des filaments parfois très-grêles, dans l'intérieur desquels apparaissent des noyaux ovalaires; ces filaments sont formés par la gaîne de Schwann revenue sur elle-même.

» Si l'on étudie les nerfs dégénérés sur des coupes transversales faites suivant la méthode classique, vers le quatrième jour qui suit la section, on voit que les tubes nerveux sont un peu plus larges qu'à l'état normal. Les cylindres-axes sont légèrement gonflés, et ils manquent dans quelques-uns des tubes. Les jours suivants, le nombre des tubes sans cylindre-axe devient plus considérable, et le vingtième jour les tubes présentant des cylindres-axes sont fort peu nombreux. Il n'est pas nécessaire de donner l'explication de ces faits, car ils se comprennent facilement, en partant de ce que j'ai dit plus haut sur les fibres nerveuses observées suivant leur longueur.

» *Modifications de la portion centrale.* — M. Neumann (2), qui s'est occupé de la dégénérescence du bout central, n'indique pas de différence notable entre ce qui se passe à son extrémité et dans la portion périphé-

(1) Neumann, *Archiv der Heilkunde*, 1868, S. 199, 200.

(2) Neumann, *loc. cit.*

rique. La différence est cependant considérable et importante. La myéline, au lieu d'être séparée en segments par un accroissement du noyau et du protoplasma, subit une décomposition en granulations fines qui forment des masses ovalaires.

» Le cylindre-axe est bien conservé jusqu'au niveau de la section du tube nerveux : il est régulier et paraît strié en long d'une manière très-nette. Les noyaux subissent une multiplication, le protoplasma devenu très-évident forme une couche continue dans laquelle les noyaux, placés entre le cylindre-axe et la membrane de Schwann, présentent un aplatissement. Je passe sous silence de nombreux détails sur lesquels je reviendrai dans un autre Mémoire, et j'insiste ici seulement sur ce fait, que les cylindres-axes, ayant conservé leur relation avec les centres nerveux, résistent énergiquement à l'action destructive exercée par les noyaux et le protoplasma.

» Les faits que je viens d'exposer brièvement m'ont conduit aux conclusions suivantes : les altérations des tubes nerveux de la portion périphérique d'un nerf coupé, que l'on qualifie habituellement de dégénératives, n'ont pas cette signification pour l'élément cellulaire du tube nerveux, car celui-ci présente au contraire des phénomènes de suractivité formatrice qui, dans le langage des anatomo-pathologistes, ont un sens opposé à celui de la dégénération.

» La suractivité des éléments cellulaires du tube nerveux, à la suite de la suppression de l'influence nerveuse, montre que celle-ci est régulatrice de la nutrition de ces éléments; car, si elle est supprimée, les cellules devenues indépendantes ont une vie plus active et même désordonnée. Depuis longtemps M. Claude Bernard enseigne que le rôle du système nerveux, dans les fontions des organes, est simplement régulateur de ces fonctions.

» La section des cylindres-axes par l'hypertrophie du noyau et du protoplasma du segment interannulaire, qui survient vers le quatrième jour après la section d'un nerf, explique d'une manière complète la suppression de la conductibilité de l'excitation motrice qui se montre à la même période.

» Les modifications qui surviennent dans tous les éléments formés de protoplasma permettent d'apprécier l'étendue de celui-ci et conduisent à admettre, dans les fibres de Remak, une couche de protoplasma à la surface du cylindre-axe. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi des liqueurs cupriques pour le dosage des sucres;* Note de **M. L. Possoz.** (Extrait.)

« Les diverses liqueurs cupriques préparées pour le dosage des sucres laissent toutes précipiter du carbonate de cuivre, quand on les traite par les bicarbonates alcalins ou par un courant d'acide carbonique, tandis qu'une autre portion de cuivre reste en dissolution. La portion non précipitable par l'acide carbonique (tartrate de cuivre et de potasse ou de soude + carbonates alcalins) ne se décompose nullement par du sucre prismatique pur (sucre de canne), en opérant à des températures comprises entre 60 et 95 degrés centigrades, tandis qu'elle est décomposée par le sucre interverti, à ces mêmes températures.

» Cette liqueur, privée d'alcalis caustiques, n'exerce aucune action destructive sur le sucre prismatique (ni sur le sucre interverti, qui peut se trouver en excès pendant l'essai); en conséquence, en opérant avec cette liqueur exempte d'alcalis caustiques, on est à l'abri des causes d'erreurs qui ont attiré l'attention des chimistes. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherches sur les raies de la chlorophylle;* Note de **M. J. Chautard.** (Extrait.)

« Lorsqu'on examine au spectroscope une solution alcoolique de chlorophylle, on voit apparaître dans le champ de l'instrument de magnifiques bandes noires dont la position, le nombre, la largeur, l'intensité peuvent varier dans des limites assez étendues ; aussi, pour pouvoir tirer de ces données des déductions sûres, est-il indispensable de formuler exactement les conditions générales de l'expérience. Ces conditions peuvent dépendre évidemment de la nature de la plante, dont les différentes parties sont neutres, acides ou alcalines; de son rang dans la classification végétale; puis, pour une même plante, de l'âge du climat, de la température, de la saison de l'exposition, du sol, enfin de la nature du dissolvant employé, que l'on peut faire varier lui-même de mille manières.

» Une solution alcoolique de chlorophylle, fraîche et fortement colorée, donne les phénomènes très-nets et très-distincts que voici : sous l'épaisseur de 6 centimètres, le rouge vif se manifeste de 10 à 18 degrés, avec un maximum vers 15 degrés; une bande noire très-foncée commence brusquement à 18 degrés, se continue jusqu'à 50 degrés, en dégradant la teinte insensiblement jusqu'à 55 degrés. L'absorption est si complète que la raie du sodium, à 40 degrés, cesse d'être visible lorsqu'on introduit dans la

flamme un fil de platine imprégné d'un peu de sel marin. A partir de 55 degrés, le vert est très-brillant et s'aperçoit distinctement jusqu'à 70 degrés environ, mêlé à son extrémité d'un peu de bleu.

» La même solution, sous l'épaisseur de 2 centimètres (qui était celle de ma petite cuve dans le sens transversal, tandis que la précédente épaisseur était celle de la même cuve considérée suivant la longueur), donne une image d'un tout autre aspect. La large bande noire se dédouble en deux parties, l'une s'étendant de 18 à 25 degrés, l'autre de 31 à 36 degrés avec de l'orangé dans l'intervalle, tandis qu'au delà les autres teintes se succèdent dans l'ordre habituel sans aucune altération. Ici la raie du sodium ne subit plus d'absorption.

» En étendant la solution ou bien en diminuant l'épaisseur de la couche observée, la seconde bande noire est de moins en moins foncée, celle du milieu du rouge se rétrécit, tout en maintenant son centre au même point, et cela d'une manière invariable et caractéristique, alors que la solution devient plus étendue. Je me suis assuré que de l'alcool contenant un demi-millième de chlorophylle laissait apercevoir cette raie noire du rouge, d'une façon non équivoque. Les tubes en verre à obturateurs parallèles de l'appareil de Biot sont d'un usage fort commode pour augmenter la longueur de la colonne liquide soumise aux rayons lumineux. Je ne doute pas qu'un œil exercé ne puisse reculer plus encore la limite que je viens d'assigner.

» Toutes ces expériences ont été réalisées et multipliées à l'aide de solutions de chlorophylle empruntées aux plantes les plus diverses : mercuriale, lierre, graminées, épinard, belladone, digitale, mousses, feuilles d'arbres verts, souches de fougères, bourgeons de lilas, etc. Les feuilles de choux rouge et de betterave rouge donnent encore la raie noire caractéristique de la chlorophylle, avec certaines particularités sur lesquelles je reviendrai dans un prochain travail.

» Le mélange d'une teinture de chlorophylle à une solution organique de couleur différente ne met nullement obstacle à l'apparition de la raie noire spécifique de la chlorophylle. Les teintures jaunes de safran ou de curcuma, qui, vues isolément, ne donnent pas de raies d'absorption ; la teinture rouge de fuchsine, qui ne se laisse traverser que par les rayons rouges ; la teinture de tournesol, qui ne livre passage qu'au rouge et au violet ; toutes ces solutions, additionnées de quelques gouttes de chlorophylle alcoolisée, laissent apparaître immédiatement, au milieu du rouge, la bande noire caractéristique de cette couleur.

» Un mélange de deux solutions étendues, l'une de sang, l'autre de chlorophylle, permet d'apercevoir les deux raies propres à la première substance et la raie spécifique de la seconde.

» Le mélange d'un sel métallique avec la chlorophylle laisse encore apparaître, pendant quelques instants, la raie caractéristique de cette dernière; mais la liqueur ne tarde pas à se troubler, par suite de la précipitation de la chlorophylle, et, après filtration, le liquide décoloré ne donne plus de bande.

» Une solution alcoolique de chlorophylle, acidulée avec un acide organique ou à l'aide de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, produit immédiatement de nouvelles raies. La raie noire du rouge finit à 25 ou 26 degrés; celle de l'orangé, au lieu de se terminer vers 36 degrés, jouit au contraire d'un maximum d'absorption à ce point, et s'étend de 32 à 39 degrés; la teinte verte est très-belle et se trouve séparée du bleu par une nouvelle bande noire, située entre 55 et 60 degrés; enfin une dernière bande ou plutôt une atténuation de lumière apparaît entre le bleu et le violet, de 65 à 75 degrés.

» En étendant la solution acide de chlorophylle, ou en diminuant l'épaisseur de la couche traversée par le rayon lumineux, les lignes noires se rétrécissent et les trois dernières finissent même par s'éteindre, en même temps que les couches deviennent plus vives. La bande du violet disparaît la première, puis celle de l'orangé, enfin celle qui est comprise entre le vert et le bleu. La raie noire du rouge persiste, même pour un degré de dilution très-reculé.

» Les apparences demeurent les mêmes que dans les deux cas précédents, lorsqu'au lieu d'examiner une solution acidulée de chlorophylle on s'adresse à une teinture préparée avec les feuilles d'une plante exposée quelque temps à l'action des vapeurs acides.

» Les mêmes phénomènes se manifestent encore si la teinture est obtenue à l'aide de feuilles sèches. Des expériences nombreuses ont été réalisées sur les feuilles sèches de plantes d'un emploi continuel en médecine (belladone, jusquiame, aconit, digitale, mercuriale, etc.), et l'on a pu s'assurer que les bandes spectrales sont complétement différentes de celles que présentent les *alcoolatures* des mêmes plantes, dans lesquelles la chlorophylle n'a pas subi d'altération.

» Les teintures de feuilles fraîches se modifient promptement à la lumière solaire, plus lentement à la lumière diffuse, et finissent par fournir les raies de la chlorophylle altérée par des acides ou celles des feuilles desséchées à l'air.

» *Conclusions.* — 1° En comparant un certain nombre de teintures pharmaceutiques, il m'a été possible de reconnaître d'une manière très-nette l'état de ces préparations et jusqu'à un certain point la date de leur fabrication, les raies de l'orangé et du vert se modifiant sensiblement avec l'état de vétusté du médicament.

» 2° Une alcoolature faite avec des feuilles fraîches se distingue facilement de la teinture préparée au moyen de feuilles sèches, par la comparaison des raies produites dans les deux cas.

» 3° Un simple examen spécial permettra dorénavant de constater les altérations éprouvées par les végétaux poussant dans le voisinage des émanations acides des grandes usines de produits chimiques, et de préciser pour ainsi dire le cercle d'action de ces dernières.

» 4° Lorsqu'il s'agira de recherches médico-légales relatives au sang, l'expert devra apporter la plus grande réserve dans ses déductions, et ne les tirer qu'après avoir nettement déterminé la position et les qualités respectives des raies observées. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Études sur les Marmottes; par* **M. Sacc.**

« Deux jeunes Marmottes, prises cette année près d'Andermatt, furent mises en observation à la fin d'août, et logées dans une caisse doublée de fer-blanc et disposée de façon que les urines s'écoulassent en totalité dans un récipient placé en dehors. Il y a peu d'animaux mieux conformés que les Marmottes pour des expériences sur la nutrition; elles mangent de tout, sont très-douces, faciles à loger, et ont l'habitude de déposer leurs ordures toujours à la même place, ce qui permet de les recueillir en totalité.

» Les deux sujets pesaient ensemble 2124 grammes; on les a nourris exclusivement avec des carottes et de la chicorée provenant de nos maraîchers; ils mangeaient les carottes avec avidité, mais laissaient le tronc et les feuilles extérieures des chicorées, ce qui est assez dire que l'alimentation reposait essentiellement sur les carottes, qui contenaient 12 pour 100 de sucre.

» Un jour ces Marmottes ont donné 535 grammes d'urine, et le lendemain 775 grammes; soit, dans le premier cas, 25 pour 100, et, dans le second, 36 pour 100 de leur poids total, proportion énorme, qui n'a jamais été trouvée encore pour aucun animal, et qui établit que, chez ces rongeurs, la transpiration pulmonaire et cutanée est peu importante, l'eau des aliments étant presque exclusivement éliminée par les reins.

» L'urine, jaune clair, douée d'une odeur musquée rappelant celle des

Marmottes, laisse de 0,87 à 1,14 pour 100 de matières solides, lorsqu'on l'évapore à 100 degrés C., jusqu'à ce que son poids ne change plus. Ce résidu est composé de :

Urée	19,44
Bicarbonate de soude	74,23
Chlorure de potassium	5,67
» de magnésium	0,66
	100,00

» J'ai vainement cherché dans ce liquide les acides sulfurique, phosphorique, hippurique et lactique : il n'y en a pas trace, non plus que de chaux.

» L'urine de plusieurs jours, recueillie et concentrée à feu nu, a dégagé des torrents d'acide carbonique et laissé une abondante cristallisation de carbonate de soude, hydraté, souillé par des eaux mères brunes, dans lesquelles je n'ai trouvé que de l'urée et une substance gommeuse analogue à la gélatine, sinon identique avec elle.

» Ces faits jettent un jour intéressant sur les métamorphoses du sucre dans la circulation des Marmottes, puisqu'ils semblent établir que celui-ci se change en lactate, qui se brûle, et passe dans les urines à l'état de bicarbonate de soude. Donc il n'y a pas fermentation, mais simple combustion du sucre dans le sang, après qu'il s'est changé en acide lactique. »

M. Decharme adresse une Note sur le mouvement ascendant des liquides dans des espaces très-étroits (bandelettes de papier spongieux), comparé au mouvement des mêmes liquides dans les tubes capillaires.

HYGIÈNE. — M. Boilleau adresse une Note sur un procédé de conservation de l'eau potable.

L'auteur a pu conserver, pendant tout le siége de Paris, 80 bouteilles remplies d'eau, en les plaçant debout, non bouchées, couvertes simplement d'une feuille de papier, dans un appartement habité.

A la fin du mois de mai 1871, c'est-à-dire après huit mois de garde, cette eau était encore limpide et n'offrait pas trace de saveur désagréable.

M. Belgrand présente, à propos de cette Note, les observations suivantes :

« Je regrette que M. Boilleau n'ait pas fait connaître la provenance de l'eau qu'il a conservée pendant toute la durée du siége. J'ai dû conserver

aussi, pendant ces quatre mois et demi, un volume d'eau très-considérable.

» La distribution d'eau des 17e, 18e, 19e et 20e arrondissements de Paris est alimentée presque exclusivement par l'aqueduc de la Dhuis et les machines de Saint-Maur. L'aqueduc de la Dhuis ayant été coupé par l'ennemi le 15 septembre 1870, et l'usine de Saint-Maur, située entre les forts et l'armée allemande, pouvant être détruite par le feu des batteries allemandes, j'ai dû conserver pleins, pendant tout le siége, les deux compartiments supérieurs des réservoirs de Ménilmontant, dont la capacité est de 100000 mètres cubes, afin d'avoir l'eau toute montée pour faire la distribution au tonneau, qui pouvait être rendue nécessaire d'un jour à l'autre.

» Pendant toute la durée du siége, le service journalier des parties hautes de Paris a été fait en eau de Saint-Maur, qui était reçue dans les compartiments inférieurs des réservoirs de Ménilmontant, et se renouvelait ainsi tous les jours.

» Les 100000 mètres cubes d'eau de la Dhuis, conservés ainsi pendant quatre mois et demi, non-seulement *sont restés parfaitement potables*, mais encore ont *très-peu varié de température*, quoique l'hiver ait été très-rigoureux. Les températures des deux espèces d'eau ont été prises tous les jours; je me contente de donner ici les résultats suivants :

	Températures.	
	Eau de la Marne.	Eau de la Dhuis.
1870. 17 septembre	16°,0	13°,5
» 30 »	15,2	13,2
» 31 octobre	11,0	12,0
» 30 novembre	7,0	11,4
» 31 décembre	4,0	8,0
1871. 4 janvier	1,0	8,0
» 31 »	2,0	6,8

» Le réservoir de l'eau de la Dhuis est couvert d'une voûte de $0^m,07$ d'épaisseur, chargée d'une couche de terre de $0^m,40$; sous cette mince couverture, la température de l'eau conservée a varié en quatre mois et demi de 13°,5 à 6°,8, soit de 6°,7 seulement.

» J'aurai occasion de revenir sur cette importante question dans une prochaine Communication. »

M. **Dausse** adresse une Note relative à la meilleure place à donner aux hydromètres-types sur le cours des rivières.

Suivant l'auteur, on doit toujours choisir les points où le régime des cours d'eau est le plus stable et où le jaugeage, pour toute hauteur des eaux, peut se faire avec le plus d'exactitude. Pour la Seine en particulier, dans Paris, on trouverait, entre le pont Royal et le pont de la Concorde, une étendue de plus de 800 mètres où la pente ne varie guère, des moyennes aux plus basses eaux; on continuerait à observer, au pont de la Tournelle, pour relier les observations nouvelles à la longue série des observations anciennes, mais on ne publierait que les observations faites au nouvel hydromètre, et l'on ferait connaître l'altitude exacte de son zéro.

M. Tellier adresse une Note relative à un nouveau moyen de sauvetage.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 décembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Connaissance des temps ou des mouvements célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1874, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, novembre 1872; 1 vol. in-8°.

Éloge historique de Jean Plana, l'un des huit Associés étrangers de l'Académie; par M. Élie de Beaumont, Secrétaire perpétuel, lu dans la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, le 25 novembre 1872. Paris, F. Didot, 1872; in-4°.

Bibliothèque de l'École des Hautes Études. Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. Darboux *et* J. Hoüel; t. III, novembre et décembre 1872. Paris, Gauthier-Villars, 1872; 2 nos in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Études botaniques, chimiques et médicales sur les valérianées; par J. Chatin. Paris, J.-B. Baillière, 1872; in-8°.

Recherches physico-chimiques sur les articulés aquatiques; par M. F. Plateau; 2e partie, *Résistance à l'asphyxie par submersion, action du froid, action de la chaleur, température maxima.* Bruxelles, F. Hayez, 1872; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Réponse aux objections de M. Marangoni contre le principe de la viscosité superficielle des liquides; par J. PLATEAU. Bruxelles, F. Hayez, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Étude psychophysique. Recherches théoriques et expérimentales sur la mesure des sensations, et spécialement des sensations de lumière et de fatigue; par M. DELBOEUF. Bruxelles, F. Hayez, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Recherches sur l'anatomie des Limules; par M. Alph.-Milne EDWARDS. Paris, sans date; in-8° avec planches. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*) (Présenté par M. H.-Milne Edwards.)

Du point apophysaire dans les névralgies et de l'irritation spinale; par le Dr ARMAINGAUD. Paris, A. Delahaye, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Traité de Physiologie comparée des animaux; par M. G. COLIN; 2e édition, t. II. Paris, J.-B. Baillière, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

De la mortalité des enfants en bas âge à Marseille; par le Dr S.-E. MAURIN. Marseille, Cayer et Cie, 1872; br. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique, 1873.)

Les étoiles et l'hypothèse de Laplace. Discours prononcé à la séance de rentrée des Facultés de l'Académie de Caen; par M. GIRAULT. Caen, F. Le Blanc-Hardel, 1872; br. in-8°.

Le Collége de France; par G. BOUCHON-BRANDELY. Paris, J. Claye, 1873; br. in-8°.

Note sur l'origine tourangelle de Descartes; par M. l'abbé C. CHEVALIER. Tours, imp. Ladevèze, 1872; br. in-8°.

Cinématique. De la transmission de l'accélération par contact immédiat entre corps solides mobiles autour d'axes concourants ou parallèles; par M. Ch. GIRAULT. Caen, F. Le Blanc-Hardel; 1872; br. in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. V, aprile-maggio 1872. Roma, 1872; 2 n^os^ in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Circular n° 2. *Approved plans and specifications for post hospitals. Surgeon general's Office, Washington, july* 17, 1871. Washington, sans date; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

War department, surgeon general's Office, Washington, august 17, 1871. *Circular* n° 3. *Report of surgical cases treated in the army of the United-States from* 1865 *to* 1871. Washington, 1871; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Medico-chirurgical transactions, published by the royal medical and chirurgical Society of London; second series, vol. the thirty-seventh. London, Longmans, 1872; 1 vol. in-8°, relié.

The pharmaceutical Journal and transactions september-october-november 1872. London, J. and A. Churchill, 1872; 3 n^{os} in-8°.

Journal of the Chemical Society; t. X, august, september, october 1872. London, J. van Voorst, 1872; 3 n^{os} in-8°.

The rede Lecture 1871. *The atmosphere of the sun: A Lecture delivered in the senate house, Cambridge, on may* 24, 1871; *by* J. NORMAN LOCKYER. London, Macmillan, 1872; br. in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society, n°s 48, 49. London, 1872; in-8°.

Proceedings of the american philosophical Society; vol. XII, july to december 1871. London, 1872; in-8°.

Neunundvierzigster Jares-bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Enthält den generalbericht über die Arbeiten und Veränderungen der Gesellschaft im Jahre 1871. Breslau, J. Max, 1872; in-8°.

Abhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Philosophisch-historische Abtheilung 1871. Breslau, J. Max, 1871; in-8°.

Abhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Abtheilung für Natur-Wissenschaften und Medicin 1869-1872. Breslau, J. Max, 1872; in-8°.

Medizinische Jahrbücher herausgegeben von der K. K. Gesellschaft der Arzte, redigirt von S. STRICKER. Jahrgang 1872, IV Heft. Wien, W. Braumüller, 1872; in-8°.

Tijdschrift voor indische Taal-, Land- en volkenkunde, onder redaktie van M. W. STORTENBEKER *en* L.-J.-J. MICHIELSEN; deel XVIII, aflevering 3, 4; deel XX, aflevering 3. Batavia, Bruining et Vijt, 1871; 3 br. in-8°.

Notulen van de Algemeneene en Bestuurs-Vergaderingen van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen; deel IX, 1871. Batavia, Bruining et Wijt, 1872; in-8°.

Eerste vervolg catalogus der Bibliotheek en catalogus der Maleische, javaansche en hawi handschriften van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia, Bruining et Vijt, 1872; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 30 décembre 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Note sur la collection des mammifères fossiles conservés au musée Saint-Pierre

à Lyon; par M. P. GERVAIS. Paris, sans date. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Rapport sur les découvertes faites dans la grotte de Loubeau, près Melle, par la Société des fouilles de cette ville; par M. P. GERVAIS. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait d'un Rapport adressé à M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Mémoire sur les formes cérébrales propres à l'ordre des Lémures, etc.; par M. P. GERVAIS. Paris, sans date; br. in-8°.

Sur les ossements d'animaux recueillis dans les cavernes des Baoussé-Roussé, près Menton, par M. E. Rivière, avec un squelette humain remontant à l'époque préhistorique; Note de M. P. GERVAIS. Paris, sans date; br. in-8°.

Coup d'œil sur les mammifères fossiles de l'Italie, suivi de la description d'une espèce nouvelle de singes provenant des lignites du Monte Bamboli; par M. P. GERVAIS. Paris, sans date. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique* et des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

Forme cérébrale du Cephalogale Geoffroyi; Note de M. P. GERVAIS. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Sur les Mammifères dont les ossements accompagnent les dépôts de chaux phosphatée des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot; par M. P. GERVAIS. Paris, sans date; br. in-8°.

Discours prononcé sur la tombe de M. le professeur Auguste Duméril, suivi de la liste de ses travaux scientifiques; par M. P. GERVAIS. Paris, sans date; br. in-4°. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum.*)

Remarques sur l'anatomie des cétacés de la division des Balénidés, tirées de l'examen des pièces relatives à ces animaux, qui sont conservées au Muséum; par M. P. GERVAIS. Paris, sans date; br. in-4°. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum.*)

Histoire des Sciences et des Savants depuis deux siècles; suivie d'autres études sur des sujets scientifiques, en particulier sur la sélection dans l'espèce humaine; par M. Al. DE CANDOLLE. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1873; 1 vol. in-8°. (2 exemplaires.)

Revue des Sciences naturelles, publiées sous la direction de MM. E. DUBREUIL et E. HECKEL; t. I, nos 1, 2 et 3. Montpellier, Boehm et fils; Paris, Asselin, 1872; 3 br. in-8°.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar, 1871-1872. Colmar, C. Decker, 1872; 1 vol. in-8°.

M. Pasteur et la maladie des vers à soie dite des morts-flats. *Lettre à M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; par* M. BÉCHAMP. Montpellier, typ. Boehm et fils; br. in-8°.

La nature parasitaire de la maladie actuelle des vers à soie et M. Pasteur. Lettre à M. le Président de l'Académie des Sciences; par A. BÉCHAMP. Montpellier, Boehm et fils, 1867; br. in-8°.

Mémoire sur les épidémies de la variole et de la varioloïde, de 1861 *et* 1871; *par* le Dr A. KOSCIAKIEWICZ. Saint-Étienne, J. Pichon, 1872; br. in-8°.

L'arte di creare i sessi a volontà di C. MORELLO. Catania, tip. S. Musumeci, 1873; br. in-8°.

Sperienze relative alla dipendenza che l'attrazione tra calamita e ferro ha dal magnetismo che in questo si produce per influenza; Nota del prof. cav. P.-D. MARIANINI. Modena, tip. dell' Erede Soliani, 1869; in-4°.

E. DIAMILLA-MULLER. *Letture scientifiche per il popolo italiano.* Lettura II, *Metro e chilogrammo internazionale.* Milano, Dumolard; Parigi, Gauthier-Villars, 1873; br. in-12.

Di una controversia intorno alla serie del Lagrange; Nota di A. GENOCCHI. Torino, Stamperia reale, 1872; br. in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario, anno XXV, sessione VII del 30 giugno 1872. Roma, 1872; in-4°.

Annales du Lycée Demidoff; t. I, II, III. Saint-Pétersbourg, 1872; 3 vol. in-8° en langue russe.

Pilot charts for Atlantic ocean. London, sans date, cartes grand in-fol.

Wind and current charts for Pacific, Atlantic and Indian oceans. London, cartes grand in-folio.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1872.

Annales de Chimie et de Physique; décembre 1872; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; novembre 1872; in-8°.

Annales du Génie civil; décembre 1872; in-8°.

Annales industrielles; nos 23 à 26, 1872; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 1, 8, 15, 22, 29 décembre 1872; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 180, 1872; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 11, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; décembre 1872; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; septembre et octobre 1872; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n° 11, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; juillet à octobre 1872; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 décembre 1872; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 12, 1872; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; n° 72, 1872; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, nos 10, 11, 1872; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; nos 10, 11, 1872; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 23 à 27, 2e semestre 1872; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 44 à 47, 1872; in-4°.

Écho médical et pharmaceutique belge; n° 12, 1872; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 141 à 150, 1872; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 49 à 52, 1872; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* août à octobre 1872; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; septembre et octobre 1872; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 49 à 52, 1872; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 191 à 194, 1872; in-8°.

Journal de l'Eclairage au Gaz; nos 23, 24, 1872; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; décembre 1872; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; décembre 1872; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 23, 24, 1872; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 34 à 37, 1872; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; n° 12, 1872; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 24, 25; 1872; in-8°.

La Revue scientifique; nos 23 à 26, 1872; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 50 à 53, 1872; in-4°.

L'Aéronaute; décembre 1872; in-8°.

L'Art dentaire; décembre 1872; in-8°.

L'Art médical; décembre 1872; in-8°.

L'Imprimerie; octobre et novembre 1872; in-4°.

Le Gaz; n° 6, 1872; in-4°.

Le Messager agricole; n° du 10 décembre 1872; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 23, 24, 1872; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; décembre 1872; gr. in-8°.

Les Mondes; n°s 14 à 17, 1872; in-8°.

Magasin pittoresque; décembre 1872; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; août et septembre 1872; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de Médecine; n° 6, 1872; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; décembre 1872; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; novembre 1872; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; décembre 1872; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; décembre 1872; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 24, 1872; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 3, 4, 5, 1872; in-8°.

Revue agricole et horticole du Gers; novembre 1872; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n°s 19 et 20, 1872; in-8°.

The Food Journal; n° 35, 1872; in-8°.

The Mechanic's Magazine; n^{os} des 7, 14, 21 décembre 1872; in-4°.

ERRATA

(t. LXXV, 2e semestre de 1872).

Page 189, ligne 21, *au lieu de* ces, *lisez* les.
Page 819, ligne 25, *au lieu de* voir, *lisez* croire.
Page 1199, ligne 15, *au lieu de* je les ai classées, *lisez* je les ai considérées.
» ligne 30, *au lieu de* de l'acide pur, *lisez* de l'acide carbonique.
Page 1200, ligne 6, *au lieu de* 2 millimètres, *lisez* 0^{mm},002.
Page 1202, ligne 31, *au lieu de* d'un fragment, *lisez* d'un ferment.
Page 1449, ligne 18, et page 1657, ligne 28, *au lieu de* parties, *lisez* portes.
Page 1520, ligne 22, *au lieu de* mycélioïdes, *lisez* mycétoïdes.
Page 1521, en Note, *au lieu de* 1869, *lisez* 1868.

FIN DU TOME SOIXANTE-QUINZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1872.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXV.

A

B

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Quai des Augustins, 55.